

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill,
1868) (Cnidaria, Scleractinia, Mussidae) no Complexo
Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil

ALICE CASTOR CAPARELLI

2004

2004

Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) (Cnidaria, Scleractinia, Mussidae) no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil

Alice Castor Caparelli

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia).

Orientadora: Dra. Débora de Oliveira Pires

Rio de Janeiro

Março 2004

Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) (Cnidaria, Scleractinia,
Mussidae) no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil

Alice Castor Caparelli

Orientadora: Débora de Oliveira Pires

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências
Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro -
UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em Mestre em
Ciências Biológicas (Zoologia).

Aprovada por:

Presidente

Rio de Janeiro

Março 2004

Ficha Catalográfica:

Caparelli, Alice Castor

Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) (Cnidaria, Scleractinia, Mussidae) no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil / Alice Castor Caparelli. Rio de Janeiro: UFRJ / MN, 2004
xvi, 53f.

Orientadora: Débora de Oliveira Pires

Dissertação (mestrado) - UFRJ / MN / Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), 2004. Referências Bibliográficas: f. 46-53.

I. Pires, Débora de Oliveira. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia).

III. Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) (Cnidaria, Scleractinia, Mussidae) no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil.

Agradecimentos

Agradeço a minha orientadora, Débora de Oliveira Pires, que foi de extrema importância para mim tanto na vida acadêmica quanto na pessoal. Uma combinação perfeita de amizade e profissionalismo.

Ao meu marido Pedro, que me deu muito carinho e amor durante essa trajetória.

Aos meus queridíssimos pais, Ceres e Nilton, que com seu apoio e maravilhosos conselhos foram fundamentais para eu ter conseguido as minhas realizações, em todos os aspectos da minha vida.

Ao meu irmão, David, e a toda a minha família pelo amor e união que temos.

A todo pessoal do laboratório de Celenterologia, Clovis Barreira e Castro, Livia de Laia Loiola, Monica Moraes Lins de Barros, Bárbara Segal Ramos, Marcelo Semeraro de Medeiros, Emiliano Nicolas Calderon, Cristovam Muniz Thiago, Eduardo Berman, Cláudio Continentino Ratto, Márcia Fernandes Alvarenga e Alline Figueira de Paula. São pessoas muito amigas e que tornaram todo o trabalho mais divertido e prazeroso.

Não podia deixar de fazer um agradecimento especial ao Marcelinho pelas infindáveis ajudas no computador e, principalmente, pelos deliciosos lanchinhos nas tardes de trabalho.

Obrigada Rattão por todas as ajudas na histologia.

Obrigada Clovis pelos conselhos preciosos.

Obrigada às amigas Bárbara e Monica pelas dicas e revisões no texto

Valeu Moniquinha pelos “insights” e ajudas nas horas de crise.

À Carla, Bárbara e Clovis pela grande ajuda nas análises estatísticas.

Bárbara e Clovis. obrigada pela coleta do material de estudo no Banco dos Abrolhos, BA.

Queria agradecer também a minha doce “filhinha” Mel, que foi uma ótima companheira durante a redação da dissertação.

Muito obrigada ao meu marido, meu pai e minha mãe pela paciência com o mestranda estressada, e pelas incríveis ajudas durante o processo de redação da dissertação.

Minhas queridas amigas (Sylvia, Máira, Laís, Zuca, Paula Lira e Paula Soares) que nesses dois anos sempre me fizeram rir durante nossos encontros.

Ao pessoal da turma 97-2 (Lívia, Marquito, Coelho, Rafinha, Vivi, Fabrício e Ana, Fabiana, Joujou, Maycon, Moniquete e Ed), amigos de verdade, que sempre tornaram nossos mini e mega eventos super divertidos.

Agradeço à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa (FAPERJ) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelos auxílios ao Setor de Celenterologia.

Resumo

Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) (Cnidaria, Scleractinia, Mussidae) no Complexo Recifal dos Abrolhos. BA, Brasil

Alice Castor Caparelli

Orientadora: Débora de Oliveira Pires

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título em Mestre em Ciências Biológicas.

Mussismilia braziliensis é endêmica da Bahia, sendo uma das principais espécies formadoras de recife da região. Dez fragmentos de colônias foram coletados em três áreas do Complexo Recifal dos Abrolhos, as quais se encontram a diferentes distâncias da costa. O esforço reprodutivo foi estimado pela fecundidade (número de ovócitos por: pólipos, cm^2 , mesentérios e colônias). Foi desenvolvido um novo método de coloração para observação dos ovócitos nos pólipos dissecados. Não foi observada diferença significativa na acurácia da fecundidade por gônada obtida pela dissecação e a histologia. A fecundidade média encontrada por pólipos foi 338,7 (73,5 d.p.) e o número máximo de ovócitos observado por pólipos foi 987. A fecundidade por pólipos apresentou correlação significativa positiva com sua área, volume, altura e o número de mesentérios férteis do pólipos. A porcentagem de mesentérios férteis por pólipos foi similar entre os locais. Entretanto, a fecundidade por mesentério variou entre colônias e locais. Os dados

mostraram que a fecundidade é um parâmetro variável. A área mais próxima da costa (Pedra de Leste) apresentou a maior fecundidade média por pólipos e cm^2 (410 [159,29 d.p.] e 233,47 [219,44 d.p.], respectivamente). Essa área apresenta a maior contribuição de siliciclásticos nos sedimentos depositados nos recifes, e também tem a maior cobertura de *Palythoa caribaeorum*. Sugerimos que *M. braziliensis* aumenta a chance de sobrevivência da espécie em ambientes com mais distúrbios ao investir maior energia na produção de gametas. O trabalho fornece dados que podem ser usados como uma ferramenta caso haja impactos ambientais na área.

Palavras-chave: *Mussismilia*, Esforço reprodutivo, Reprodução, Fecundidade, Scleractinia, Abrolhos, Coral

Rio de Janeiro

Março 2004

Abstract

Esforço Reprodutivo de *Mussismilia braziliensis* (Verrill, 1868) (Cnidaria, Scleractinia, Mussidae) no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil

Alice Castor Caparelli

Orientadora: Débora de Oliveira Pires

Abstract da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Título em Mestre em Ciências Biológicas.

Mussismilia braziliensis is endemic to Bahia State. It plays an important role as one of the major reef builders in the area. Ten fragments of colonies were collected at three sites in the Abrolhos Reef Complex, located at different distances from the coast. Reproductive effort was estimated through fecundity (number of eggs per: polyp, cm², mesenteries and colony). A new staining method was used to ease identifying and counting eggs in the dissected polyps. The accuracy of the fecundity per gonad obtained through dissection was compared with histological analyses, and showed no significant difference. Mean fecundity per polyp was 338,7 (73,5 s.d.) and the higher number of eggs per polyp was 987. Fecundity per polyp increases as its area, volume, height and number of fertile mesenteries increases. Percentages of fertile mesenteries per polyp were similar among sites. However, the fecundity per mesenteries varied among colonies and sites. Our data showed that the fecundity is variable. The area closest to the

coast ("Pedra de Leste") presents the highest mean fecundity per polyp and cm² (410 [159,29 s.d.] and 233,47 [219.44 s.d.], respectively). This area presents the highest contribution of siliciclastics to the sediment depositing on the reefs and has also the highest cover of *Palythoa caribaeorum*. We suggested that *M. braziliensis* invest a lot of energy in egg production to increase its chance of survival of the species in more disturbed habitats. The study shows data that can be used as a tool if environmental threats occur in the area.

Key words: *Mussismilia*, Reproductive effort, Reproduction, Fecundity, Scleractinia, Abrolhos, Coral, Brazil

Rio de Janeiro

Março 2004

Sumário

Folha de rosto	ii
Folha de Aprovação	iii
Ficha Catalográfica	iv
Agradecimentos	v
Resumo.....	vii
Abstract	ix
Sumário	xi
Lista de ilustrações.....	xiii
1.Introdução	1
1.1 Recifes de coral brasileiros	1
1.2 A espécie estudada	4
1.3 A importância de estudar reprodução.....	5
1.4 Esforço reprodutivo/ Fecundidade	6
1.5 Coleta de dados de fecundidade.....	7
1.6 Objetivos	9
2. Materiais e Métodos.....	10
2.1 Locais de estudo e coleta do material	10
2.2 Descalcificação das colônias e procedimentos histológicos	11
2.3 Método de coloração para observação de tecido dissecado.....	12
2.4 Comparação entre a coleta de dados de fecundidade (dissecção X histologia)	13
2.5 Estimativa do esforço reprodutivo através da contagem de ovócitos (fecundidade)	14

2.6 Comparação das características morfológicas do pólipó com sua respectiva fecundidade	16
2.7 Comparação da fecundidade com outros fatores	19
3. Resultados	20
3.1 Comparação entre coleta de dados de fecundidade (dissecção X histologia).....	20
3.2 Estimativa do esforço reprodutivo através da contagem de ovócitos (fecundidade)	22
3.3 Comparação das características morfológicas do pólipó com sua respectiva fecundidade	27
3.4 Comparação da fecundidade com outros fatores	30
4. Discussão	32
4.1 Comparação entre dados de fecundidade obtidos através de dissecção e histologia	32
4.2 Características reprodutivas de <i>Mussismilia braziliensis</i>	33
4.3 Estimativa do esforço reprodutivo através da contagem de ovócitos	33
4.4 Comparação das características morfológicas do pólipó com sua respectiva fecundidade	35
4.5 Possíveis fatores determinantes da fecundidade no Complexo Recifal dos Abrolhos	37
4.6 Utilidade da fecundidade como índice de estresse	41
5. Conclusão	44
6. Referências Bibliográficas	46

Lista de ilustrações

FIGURAS

Fig. 1 – Mapa dos pontos de coleta, no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA	11
Fig. 2 - Gônada de <i>Mussismilia braziliensis</i> , fixada em formalina salina 10%,. Barra= 1mm	18
Fig. 3 - Gônada de <i>Mussismilia braziliensis</i> após passar pelo método de coloração utilizado no material dissecado. Barra= 1mm.....	18
Fig. 4 – Vista aboral de um pólipos de <i>Mussismilia braziliensis</i> , fixado em formalina 10%, mostrando a disposição dos pares de mesentérios. Barra= 1mm.....	18
Fig. 5 - Um par de mesentério de <i>Mussismilia braziliensis</i> fixado em formalina 10%. Barra= 1mm	18
Fig. 6 - Desenho esquemático de dois pólipos de <i>Mussismilia braziliensis</i> . Barra = 5mm (Reproduzida de Pitombo,1992)	18
Fig. 7 – Vista lateral de um pólipos de <i>Mussismilia braziliensis</i> , fixado em formalina 10%. Barra= 1mm	18
Fig. 8 - Média e Desvio Padrão dos dados de fecundidade de <i>Mussismilia braziliensis</i> obtidos através de dissecação e histologia	20
Fig. 9 – Erro padrão, da fecundidade obtida através de dissecação e histologia, por número de amostras para calcular o número amostral mínimo	22
Fig. 10 - Variância da fecundidade por pólipos de <i>M. braziliensis</i> no Parcel dos Abrolhos	24
Fig. 11 - Variância da fecundidade por pólipos de <i>M. braziliensis</i> em Pontas Sul	24
Fig. 12 - Variância da fecundidade por pólipos de <i>M. braziliensis</i> em Pedra de Leste	25

Fig. 13 - Média e desvio padrão de fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* entre locais do Banco de Abrolho, BA 26

Fig. 14 – Média e desvio padrão de fecundidade por cm² de tecido de *Mussismilia braziliensis* entre locais do Banco de Abrolho, BA 26

Fig. 15 - Média e desvio padrão da porcentagem de mesentérios férteis de *Mussismilia braziliensis* entre locais do Banco de Abrolho, BA 28

Fig. 16 - Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e sua respectiva porcentagem de mesentérios férteis. (P= 0,001) 28

Fig. 17 - Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e sua respectiva área. (P= 5,04 x 10⁻¹³)..... 29

Fig. 18 - Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e seu respectivo volume. (P= 3,3 x 10⁻⁵) 29

Fig. 19 - Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e sua respectiva altura. (P= 4,95 x 10⁻⁹) 30

Fig. 20 – - Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e a cobertura de *Palythoa caribaeorum* nos recifes do Banco dos Abrolhos, BA. (P= 0,029)..... 31

Fig. 21 - Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia Braziliensis* e a taxa de carbonato de cálcio depositado nos recifes do Banco dos Abrolhos, BA. (P= 0,068) 31

TABELAS

Tab. 1 - Localização dos pontos de coleta no Banco dos Abrolho, BA..... 11

Tab. 2 - Material necessário nas duas diferentes metodologias de coleta de dados de fecundidade para um pólipo de *Mussismilia braziliensis* 21

Tab. 3 - Tempo despendido nas duas diferentes metodologias de coleta de dados de fecundidade para um pólipó de <i>Mussismilia braziliensis</i>	21
Tab. 4 - Números de ovócitos encontrado nas gônadas de <i>Mussismilia braziliensis</i> nas três localidades	23
Tab. 5 - Valores de fecundidade por pólipó de <i>Mussismilia braziliensis</i> encontrados nas três localidades	23
Tab. 6 - Valores de fecundidade por fragmento de colônia (5 pólipós) de <i>Mussismilia braziliensis</i> encontrados nas três localidades	23
Tab. 7 – Média e Desvio Padrão das diferentes abordagens de fecundidade de <i>Mussismilia braziliensis</i> para o Complexo Recifal dos Abrolhos	23
Tab. 8 – Teste não paramétrico Kruskal-Wallis realizado com a fecundidade por mesentério entre colônias dentro de cada localidade e entre as localidades. PA= Parcel dos Abrolhos; PS= Pontas Sul e PL= Pedra de Leste.	24
Tab. 9 – Teste para comparações múltiplas não paramétrico, equivalente ao teste de Tukey, usando o teste de Nemenyi (sendo $q_{0,05,\infty,3}$) realizado com a fecundidade por mesentério entre as localidades. PA= Parcel dos Abrolhos; PS= Pontas Sul e PL= Pedra de Leste	25
Tab. 10 - Média e desvio padrão da fecundidade por cm ² de tecido de <i>Mussismilia braziliensis</i> em cada localidade.....	26
Tab. 11 - Média e desvio padrão dos mesentérios totais, férteis e porcentagem de férteis por pólipó de <i>Mussismilia braziliensis</i> nas três localidades e para o Complexo Recifal dos Abrolhos. PA= Parcel dos Abrolhos; PS= Pontas Sul e PL= Pedra de Leste. CRA = Complexo Recifal dos Abrolhos.	27
Tab. 12 - Números máximo e mínimo de mesentérios totais e férteis por pólipó de <i>Mussismilia braziliensis</i> em cada localidade	27

Tab. 13 - Teste não paramétrico Kruskal-Wallis realizado com as características do
pólipo entre os três locais de estudo 29

Tab. 14 - Valores da correlação linear simples ($P < 0,05$) entre a fecundidade por pólipo
e características bióticas e abióticas das mesmas áreas de estudo 31

1. INTRODUÇÃO

1.1 RECIFES DE CORAL BRASILEIROS

Os recifes de coral representam uma das comunidades mais diversificadas e produtivas do planeta. Esse ecossistema marinho é comparável às florestas tropicais úmidas (Connell, 1978). A grande importância dos corais e outros organismos neste ecossistema está no fato de serem responsáveis pela produção da base estrutural de habitats para a biodiversidade recifal. Uma infinidade de outros invertebrados e peixes depende da saúde destes organismos para sobreviverem. O acúmulo de esqueletos e sedimentos de corais que criam micro-habitats físicos, químicos e biológicos é essencial para a existência da maioria destes organismos que usam os recifes para reprodução, alimentação e abrigo. Inúmeras espécies de moluscos, crustáceos, peixes e outros organismos, de grande importância biológica e sócio-econômica, participam dessa intrincada teia alimentar, onde no topo da cadeia está o ser humano (Leão, 1994). Leão diz ainda que, para os homens, os recifes de coral podem ter utilidade médica, ecológica, farmacológica, alimentícia, protetora (servem de barreira para erosão das regiões costeiras), entre outras.

A diversidade de espécies encontradas nos recifes de coral varia com a geologia e história biológica de cada recife. A biodiversidade de coral encontrada nas comunidades de recifes de coral brasileira é baixa se comparada às comunidades do Indo-Pacífico e do Caribe, pois ocorrem aqui somente 15 espécies de corais zooxantelados (Castro, 1994). Entretanto, a fauna coralínea brasileira apresenta um alto grau de endemismo, onde cinco das 15 espécies conhecidas são exclusivas da costa brasileira, sendo duas restritas apenas ao estado da Bahia (*Favia leptophylla* e *Mussismilia braziliensis*) (Castro & Pires, 2001).

De acordo com Castro & Pires (2001), as comunidades coralíneas e os recifes de coral da costa brasileira se estendem do Parcel do Manuel Luiz, MA (00°50'S, 044° 5'W) até Arraial do Cabo, RJ (23°S, 042°W). No país estas comunidades também ocorrem em

áreas como o Atol das Rocas (03°52'S, 033° 49'W) e o Arquipélago de Fernando de Noronha (03°S).

O Complexo Recifal dos Abrolhos (18°S), localizado no Estado da Bahia, abriga a comunidade recifal brasileira de maior biodiversidade (Castro, 1994; Castro & Pires, 2001). Ele se localiza numa expansão da plataforma continental da costa brasileira e possui recifes singulares, pois apresentam formas de crescimento (chapeirões) e organismos construtores não observados em outras regiões do mundo. Todas as espécies de corais construtoras de recifes existentes na costa brasileira são encontradas nesta área (Castro, 1994; Castro & Pires, 2001). Desta forma, Abrolhos é considerado a maior e mais rica área de recifes de coral de todo o Atlântico Sul (Laborel, 1970; Castro, 1994; Castro & Pires, 2001).

Os recifes de coral estão ameaçados em todo mundo, apesar de estarem protegidos desde 1975 pela Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies Ameaçadas da Flora e da Fauna Silvestres. Pandolfi *et al.* (2003) dizem que os recifes de coral têm sofrido declínio na abundância, diversidade e estrutura de habitat. Muitas dessas perdas se devem a doenças e ao branqueamento dos corais (Pandolfi *et al.*, 2003). Hughes *et al.* (2003) afirmam que 30% dos recifes já estão seriamente danificados e outros 60% irão desaparecer até 2030. Causas naturais (como mudanças climáticas no planeta, principalmente aumento da temperatura) e causas antrópicas (como pesca excessiva, poluição, agricultura e devastação de florestas litorâneas) são supostamente os motivos do declínio das comunidades coralíneas. Os impactos antrópicos nos recifes cresceram exponencialmente com o aumento da população humana e, por isso, planos de manejo globais para recifes de coral devem apresentar enfoques e implementações mais severas (Hughes *et al.*, 2003).

Causas naturais (mudanças climáticas, tempestades violentas, variações do nível do mar, explosão populacional de predadores, doenças e branqueamento), e, principalmente, antrópicas também são responsáveis pela redução das comunidades coralíneas recifais brasileiras (Leão, 1994). Há relatos que o cal, usado em construções nas cidades e nas indústrias da cana-de-açúcar, já foi extensivamente produzido (desde século XIX) a partir da extração direta de corais dos recifes localizados em Pernambuco e na Paraíba (Castro & Pires, 2001)

O primeiro levantamento nacional do estado de conservação dos recifes costeiros do Brasil mostrou que a situação dos recifes é preocupante, mesmo em áreas protegidas como, por exemplo, a Costa dos Corais, PE (www.ReefCheck.org). Esses recifes são os mais afetados pela influência das atividades humanas devido à sua proximidade da costa (Castro & Pires, 2001). Os autores dizem ainda que a situação dos recifes é pior nas grandes cidades, como Recife e Maceió. Os recifes localizados na plataforma continental mais estreita (15 a 50km), que ocorre entre o Cabo de São Roque e a boca do Rio São Francisco, sofrem mais com os impactos da poluição urbana, industrial e agrícola. Moura (2002) afirma que esta degradação está ocorrendo em uma taxa acelerada devido ao turismo descontrolado, à pressão da população urbana (são 35 milhões de pessoas vivendo em municípios costeiros, sendo que 18 milhões moram perto de recifes) e ao desmatamento da Mata Atlântica, que atualmente estima-se que seja de 92%. Como consequência disso o aporte de sedimento carregado dos rios para as regiões costeiras tem aumentado.

Já na parte mais extensa da plataforma continental (Complexo Recifal dos Abrolhos) as pressões ocorrem principalmente devido ao turismo, pesca excessiva, derramamento de óleo e destruição dos mangues (Moura, 2002). Leão (1996) comenta ainda que a pesca predatória e a exploração de combustível fóssil também são outros

fatores que afetam os recifes de Abrolhos. Estes fatores ligados à exploração de petróleo são ainda mais preocupantes atualmente, já que licitações internacionais incluíram blocos de exploração e produção de petróleo e gás no Banco dos Abrolhos e adjacências para empresas privadas.

A degradação e recuperação dos recifes têm recebido relativa atenção em outras partes do planeta, entretanto, no Brasil, as atenções internacionais são mínimas. Moura (2002) acredita que esse desinteresse se deve a pequena extensão e riqueza dos recifes brasileiros. Contudo, o autor clama por atenção de cientistas e conservacionistas pois a costa brasileira, em contínua degradação, apresenta alta taxa de endemismo (30-50%) concentrados em 0,4% da área recifal global, o que mostra a importância da biodiversidade dos recifes brasileiros. Este e os demais fatos acima citados, associados a uma carência de estudos, tornam urgente intensificar investigações sobre nossos recifes. São necessários estudos sobre a distribuição, abundância, reprodução, recrutamento e estrutura populacional de espécies de corais.

1.2 A ESPÉCIE ESTUDADA

Na costa brasileira ocorrem dois gêneros de Mussidae: *Mussismilia* Ortmann, 1890 e *Scolymia* Haime, 1852. O gênero *Mussismilia* é endêmico do Brasil e possui três espécies: *M. braziliensis* (Verrill, 1868), *M. hartti* (Verrill, 1868) e *M. hispida* (Verrill, 1902). A espécie estudada neste projeto, *Mussismilia braziliensis*, é endêmica da Bahia e, além de abundante, é uma das principais espécies formadoras de recifes em Abrolhos (Laborel, 1970; Pitombo *et al.*, 1988; Castro, 1994; Pires *et al.*, 1999; Castro & Pires, 2001).

Segundo Castro (1994), *Mussismilia braziliensis* apresenta pólipos com formato irregular e tem preferência por áreas bem iluminadas (topo e bordas dos recifes). As

colônias, maciças e arredondadas, podem medir mais de 1m de diâmetro. e sua coloração varia entre cinza, amarela e verde.

De acordo com Pitombo (1992) e Pires *et al.* (1999), *M. braziliensis* é hermafrodita com gônadas desenvolvendo-se separadamente, porém adjacentes dentro de um mesmo mesentério. Apesar dos cnidários não possuírem órgãos verdadeiros, o local onde ocorre o desenvolvimento dos gametas, geralmente, é referido como gônada (Harrison & Wallace, 1990).

Pitombo (1992) observou, em *M. braziliensis*, os mesentérios perfeitos e imperfeitos se intercalando sem qualquer padrão cíclico, podendo ocorrer no mesmo par um mesentério perfeito e imperfeito. Isto ocorre devido ao brotamento intratentacular característico dessa espécie, sendo isto também responsável pelo contorno irregular de seus pólipos, daí a origem do seu nome vulgar “coral cérebro”.

Pires *et al.* (1999) determinaram que o ovócito de *M. braziliensis* passa por três estágios de maturação antes de ser liberado na coluna d'água. Os autores observaram que ovócitos no estágio II podem apresentar de 70 a 160µm de diâmetro, já os ovócitos no estágio III variam de 150 a 400µm. Avaliando essas e outras características sexuais dos gametas, os autores determinaram que, em Abrolhos, *M. braziliensis* provavelmente desova entre março até metade do mês de maio. Cabe ressaltar que, no presente trabalho, a palavra desova está sendo empregada com o mesmo sentido de liberação de gametas.

1.3 A IMPORTÂNCIA DE ESTUDAR REPRODUÇÃO

Reprodução é uma das funções básicas da vida, pois sem ela as espécies não poderiam sobreviver. Os estudos sobre reprodução de invertebrados marinhos em geral são de interesse não só de biólogos marinhos mas também de todas as pessoas interessadas em

vida. Isto porque a grande maioria do reino animal (em termos de número de Filos) ocorre no oceano (Giese, 1978).

Informações sobre reprodução de corais são de grande importância para estudos sobre recrutamento, dinâmica de populações, estrutura, distribuição e biogeografia dos recifes (Fadlallah, 1983). Até o momento no Brasil só foram gerados dados sobre os aspectos reprodutivos básicos das principais espécies de corais recifais (Pires *et al.*, 1999; Calderon *et al.*, 2000; Lins de Barros *et al.*, 2000; Pires & Caparelli, 2002; Neves & Pires, 2002; Francini *et al.*, 2002; Pires *et al.*, 2002; Ventura & Pires, 2002; Lins de Barros *et al.*, no prelo). Estes trabalhos tiveram como objetivos determinar o padrão sexual (gonocórico/hermafrodita); o modo de reprodução (incubação de larvas/liberação de gametas); estabelecer a possível época de liberação de larvas e/ou gametas; e o padrão temporal de reprodução (sazonalidade). O presente trabalho vem, portanto, somar novos conhecimentos sobre a reprodução dos corais recifais brasileiros. Este estudo se baseou nos aspectos reprodutivos básicos de *M. braziliensis* já previamente estabelecidos (Pires *et al.*, 1999), sendo um dos trabalhos pioneiros no Brasil a estudar esforço reprodutivo de corais recifais.

1.4. ESFORÇO REPRODUTIVO / FECUNDIDADE

O crescimento vegetativo e a reprodução sexuada são duas funções dos corais altamente dispendiosas do ponto de vista energético. Todas as espécies de corais já estudadas são iteróparas (*itero* significa repetir enquanto *pario* significa procriar), isto é, os corais devem distribuir seu esforço reprodutivo através de eventos sucessivos de reprodução por toda a sua existência (Fadlallah, 1983; Harrison & Wallace, 1990). Desta forma, os corais tendem a priorizar uma ou outra dessas funções de acordo com sua fase de vida e com a condição ambiental vigente (Hall & Hughes, 1996).

Hughes *et al.* (2003) afirmam que o branqueamento dos corais diminui a fecundidade. Para Harrison & Wallace (1990) e Smith & Buddemeir (1992), a reprodução apresenta menos tolerância ao estresse do que outras funções vitais e portanto, mudanças no esforço reprodutivo são indicadores importantes de alterações nos ambientes recifais. Isto seria um parâmetro adequado para estimar o quanto uma perturbação está interferindo na biologia da espécie. Desta forma, estudos sobre reprodução são de alta relevância para políticas de conservação, gerenciamento, manejo e recuperação de recifes de coral.

O esforço reprodutivo, quantidade de energia alocada para produção de tecidos germinativos, é difícil de ser medido. Razões entre o volume gonadal ou valor calórico da gônada e o tecido somático fornecem dados precisos de esforço reprodutivo (Grant & Tyler, 1987). Essas metodologias são largamente usadas e indicadas para a maioria dos invertebrados marinhos, principalmente moluscos e equinodermas (Grant & Tyler, 1987). Entretanto, essas metodologias se aplicam melhor a invertebrados que possuem gônadas definidas, e, como já foi dito anteriormente, os cnidários não apresentam gônadas verdadeiras, dificultando a aplicação desses procedimentos.

A fecundidade (número de ovócitos por pólipos) tem sido usada como uma boa maneira de efetuar uma estimativa do esforço reprodutivo (Harrison & Wallace, 1990), e por isso, esta metodologia foi escolhida neste trabalho.

1.5 COLETA DE DADOS DE FECUNDIDADE

Estudos de reprodução em invertebrados são dispendiosos de tempo, esforço e recursos financeiros (Grant & Tyler, 1983; Guzmán & Host, 1993). De acordo com a literatura referente à reprodução de cnidários, histologia e dissecação de pólipos são as metodologias mais utilizadas para obtenção de dados de fecundidade (Guzmán & Host, 1993; Fadlallah, 1983). Guzmán & Host (1993) sugerem que a contagem de ovócitos é a

maneira mais fácil de acessar possíveis mudanças que estejam ocorrendo na fecundidade de espécies desovadoras. Os autores dizem ainda que a dissecção do pólipó na lupa é mais prática, e, segundo Fadlallah (1983), acessar informações sobre fecundidade através de técnicas histológicas é difícil e demorado. O presente estudo testou ambas metodologias em relação à confiabilidade e esforço, na tentativa de contribuir com informações sobre metodologias ideais para a contabilidade de ovócitos em corais.

1.6 OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivos:

- Comparar ambos os métodos de coleta de dados de fecundidade (dissecção e histologia) quanto à confiabilidade dos resultados e o esforço amostral necessário para cada um;
- Estimar o esforço reprodutivo de *M. braziliensis* em três diferentes áreas do Complexo Recifal dos Abrolhos, a partir de dados de produção de gametas femininos, obtidos através da dissecção do pólipos;
- Comparar a fecundidade de *M. braziliensis* com as características morfológicas dos pólipos (número de mesentérios, volume, área e altura dos pólipos).
- Comparar os resultados obtidos entre as diferentes áreas amostradas e relacioná-los a dados bióticos (tamanhos médios de colônias de *M. braziliensis*, cobertura de *M. braziliensis*, cobertura de algas calcárias, cobertura de algas filamentosas, cobertura total de corais e cobertura de *Palythoa caribaeorum*) e a abiótico (taxas de carbonato contidas nos sedimentos depositados sobre os recifes).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAIS DE ESTUDO E COLETA DO MATERIAL

Colônias de *M. braziliensis* foram coletadas em três diferentes áreas do Complexo Recifal dos Abrolhos, com diferentes distâncias da costa: Parcel dos Abrolhos (PA), Pontas Sul (PS) e Pedra de Leste (PL) (Tabela 1 e Figura 1). As coletas foram realizadas nos dias 28 e 29 de fevereiro de 2000, entre 4 e 8 m de profundidade. A época de coleta foi escolhida a partir de dados gerados por Pires *et al.* (1999), quando estabeleceram a época de pico reprodutivo de *M. braziliensis* na região de estudo. Foram coletados, através de mergulho autônomo, dez fragmentos de diferentes colônias em cada uma das três áreas. A retirada do fragmento foi feita com marreta e ponteira e, teve-se o cuidado de se retirar apenas fragmentos centrais das colônias, já que suas bordas normalmente apresentam fecundidade reduzida ou são estéreis (Wallace, 1985; Chornesky & Peters, 1987; Harrison & Wallace, 1990; Hall & Hughes, 1996; Sakai, 1998). As colônias foram fixadas no campo, em formalina salina a 10%, e o material coletado foi depositado na Coleção de Cnidaria do Museu Nacional (MNRJ).

Os números abaixo são referentes aos números de registro na Coleção de Cnidaria.

- **Parcel dos Abrolhos** – MNRJ 4378, MNRJ 4379, MNRJ 4380, MNRJ 4381, MNRJ 4382, MNRJ 4384, MNRJ 4386, MNRJ 4389, MNRJ 4391, MNRJ 4392
- **Pontas Sul** – MNRJ 4393, MNRJ 4394, MNRJ 4397, MNRJ 4398, MNRJ 4400, MNRJ 4403, MNRJ 4404, MNRJ 4405, MNRJ 4406, MNRJ 4408
- **Pedra de Leste** – MNRJ 4409, MNRJ 4410, MNRJ 4411, MNRJ 4412, MNRJ 4413, MNRJ 4414, MNRJ 4415, MNRJ 4416, MNRJ 4417, MNRJ 4418

Tabela 1. Localização dos pontos de coleta no Banco dos Abrolhos, BA.

Localidades	Coordenadas geográficas	Distâncias da costa
Parcel dos Abrolhos	17°58,554'S 038°39,065' W	58 Km
Ponta Sul. Parcel das Paredes	17°53,025'S 038°59,265' W	26,8 Km
Pedra de Leste, Parcel das Paredes	17°47,261'S 038°02,795' W	14,5 Km

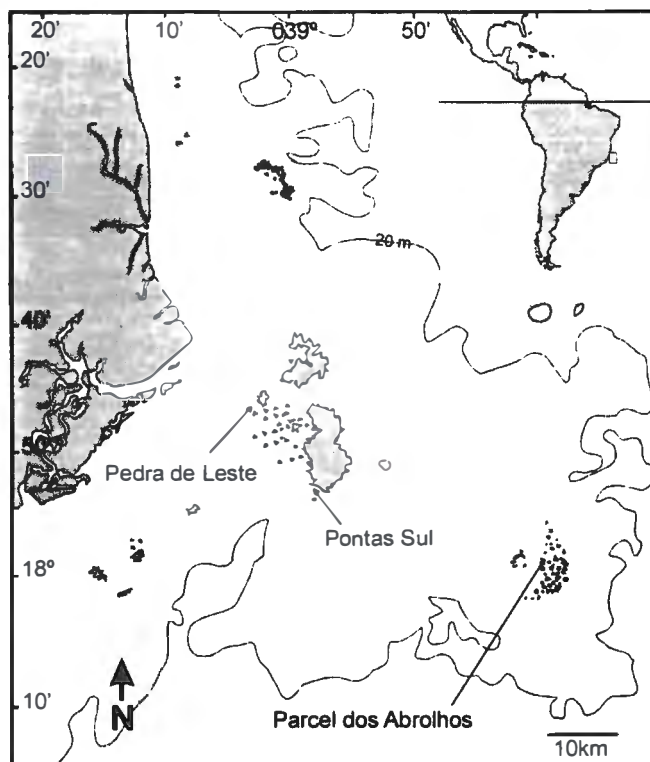


Figura 1. Mapa dos pontos de coleta, no Complexo Recifal dos Abrolhos, BA.

2.2 DESCALCIFICAÇÃO DAS COLÔNIAS E PROCEDIMENTOS HISTOLÓGICOS

As colônias foram descalcificadas, ou seja, o esqueleto calcário dos corais foi eliminado através da permanência (48hs) em uma solução de ácido fórmico a 10% e formol a 5%. Os tecidos descalcificados foram lavados em água corrente durante 24hs e foram preservados em formalina a 10%.

Parte do material sofreu os procedimentos rotineiros de histologia (ver Pitombo, 1992; Pires *et al.*, 1999). Após passar os tecidos pela série álcool, xilol e parafina, foram feitos 90 blocos numerados. Destes foram obtidos cortes seriados de cerca de 7 µm de

espessura, dando um total de 504 lâminas, onde cada uma continha, em média, 15 cortes. Dentre as lâminas obtidas, 431 foram coradas em Tricrômico de Mallory. As lâminas preparadas foram analisadas em microscópio óptico (Olympus BH-2), num aumento de até 625 vezes, para observação dos gametas. Foram analisados cerca de 6.500 cortes histológicos.

2.3 MÉTODO DE COLORAÇÃO PARA OBSERVAÇÃO DE TECIDO DISSECADO

Quando observados na lupa, os gametas de *Mussismilia braziliensis* apresentam uma coloração muito semelhante à do mesentério. Isto dificulta muito a identificação e contagem dos gametas. Por isso foi desenvolvido um método de coloração que permitiu uma melhor diferenciação entre o tecido somático e o tecido germinativo, quando observados na lupa. Neste método de coloração o tecido adquire uma coloração vinho e os gametas ficam amarelos (Figuras 2 e 3).

O procedimento deste método consiste de 5 etapas:

1. Refixar os mesentérios na solução fixadora de formalina com Cloreto de Cálcio, com antecedência mínima de 24 horas (Fórmula de 1 litro de solução: 900ml de água destilada, 100ml de formalina a 37% e 9g de Cloreto de Cálcio).
2. Desmembrar os mesentérios do pólipó a ser analisado e colocá-los em um recipiente com solução de Amarelo Naftol (3% em água destilada) (Humason, 1979) por 30 minutos.
3. Lavar os mesentérios por 10 minutos em água corrente.
4. Colocar os mesentérios em um recipiente com solução de Fucsina ácida (1% em água destilada) por 1 minuto.
5. Lavar os mesentérios por 5 minutos em água corrente.

2.4 COMPARAÇÃO ENTRE A COLETA DE DADOS DE FECUNDIDADE (DISSECÇÃO X HISTOLOGIA)

Para realizar a comparação, os mesentérios foram corados pelo procedimento acima e, posteriormente, dissecados para a obtenção da gônada. Foi examinada uma gônada por pólipos, e foram dissecados 3 pólipos de cada colônia. As 10 colônias das três áreas de estudo foram analisadas, contabilizando 90 gônadas observadas. Cada gônada recebeu um número de identificação e teve sua quantidade de gametas anotada. Posteriormente, a gônada foi embrulhada em um tecido de 0,2mm de malha e colocada num cassete microflow (ZEISS) que continha sua numeração. Esta malha foi fundamental para que os ovócitos (ou até a gônada inteira) não passassem pelas frestas do cassete durante os procedimentos histológicos.

Foram realizados todos os processos histológicos necessários até a montagem das lâminas para 90 gônadas. Entretanto, durante o procedimento 17 gônadas foram perdidas. Conseqüentemente, foi necessário dissecar, localizar e contar os gametas femininos de mais 17 gônadas referentes às colônias que tiveram suas gônadas perdidas, para que assim fosse alcançado o número de gônadas previamente estabelecido (90). Este número amostral foi, posteriormente, verificado para saber se foi sub ou super estimado. Isto foi feito plotando-se um gráfico de “erro padrão x número de amostras” segundo Bros & Cowell (1987).

Os dados de fecundidade (número de ovócitos) obtidos na análise histológica foram comparados aos dados de fecundidade provenientes da observação prévia das mesmas gônadas no microscópio estereoscópico (ZEISS SV6). A normalidade dos dados foi testada pelo teste Kolmogorov-Smirnov (Siegel, 1975) e a homocedasticidade foi testada pelo teste de Levene (Underwood, 1997). Estes testes foram realizados para cada conjunto de dados, ou seja, para dados de dissecção e dados de histologia. Para

análise da comparação de métodos foi aplicado o teste pareado “t” de “Student” bicaudal com intervalo de confiança de 95% (Zar, 1999). As análises foram feitas pelo programa Instat versão 3.0.

2.5 ESTIMATIVA DO ESFORÇO REPRODUTIVO ATRAVÉS DA CONTAGEM DE OVÓCITOS (FECUNDIDADE)

O esforço reprodutivo foi estimado pela quantidade de ovócitos presentes nos mesentérios que constituem o pólipos. Foram dissecados 5 pólipos de cada colônia. Eram 10 colônias em três locais, totalizando, portanto, 150 pólipos dissecados. As figuras 4 e 5 ilustram, respectivamente, a disposição dos mesentérios no pólipo e um mesentério dissecado. Para o emprego das análises estatísticas e para permitir a comparação dos dados de fecundidade aqui obtidos com outros estudos, a fecundidade também foi abordada em termos de número de ovócitos por cm^2 , por mesentérios e por colônias.

As análises estatísticas feitas para a comparação da fecundidade intercolonial, dentro de uma mesma localidade, e entre localidades tiveram como unidade amostral a fecundidade por mesentério. Este procedimento se mostrou mais adequado após análises preliminares terem demonstrado a existência de grandes variações no número de ovócitos por pólipo e na porcentagem de mesentérios férteis por pólipo (ver resultado item 3.2). A utilização da fecundidade por mesentério aumentou o n amostral e, aproximou da normalidade a distribuição dos dados.

Segundo Underwood (1997) a principal premissa para o uso de um teste estatístico é a independência dos dados. Dados de pólipos de uma mesma colônia são dependentes, pois todos os pólipos possuem o mesmo genótipo, e, portanto não seria possível analisar estatisticamente organismos coloniais. Entretanto, na literatura esse assunto é omissos. Desta forma, para possibilitar a comparação dos dados aqui obtidos

com os da literatura, a dependência dos dados foi ignorada e testes estatísticos foram aplicados.

A literatura sobre as premissas para se usar testes paramétricos e não-paramétricos é confusa. Underwood (1997) diz que sem homocedasticidade nos dados não é possível fazer nenhuma análise estatística. Já Zar (1999) dá liberdade para o uso de testes não-paramétricos para conjuntos de dados com variâncias heterocedásticas. Desta forma, neste trabalho foram aplicados testes não-paramétricos em variâncias não homogêneas.

A normalidade dos dados de número de ovócitos por mesentério foi verificada usando-se o teste Kolmogorov-Smirnov (KS), e a homocedasticidade foi testada pelo teste de Levene (Underwood, 1997). Foi usado o teste não paramétrico Kruskal–Wallis (Siegel, 1975), com confiança de 95%, para comparações de fecundidade entre colônias dentro de um mesmo local e para a comparação da fecundidade entre localidades. As análises foram feitas pelo programa Statistica, versão 4.3. Para saber quais localidades diferiram entre si em relação à fecundidade por mesentério, foi usado o teste para comparações múltiplas não paramétrico, equivalente ao teste de Tukey, usando o teste de Nemenyi (sendo $q_{0,05,\infty,3}$) (Zar, 1999).

Para facilitar a comparação dos resultados obtidos com os da literatura, os dados de fecundidade por pólipos (número de ovócitos) foram transformados para fecundidade por cm^2 , de acordo com Brooke & Young (2003). Para isso foi multiplicado o número médio de ovócitos por pólipos pelo número médio de pólipos por cm^2 . Essa é, contudo, uma estimativa aproximada devido ao brotamento intratentacular da espécie, que dificulta a definição do que é um pólipos (Figura 6). Muitas vezes uma cavidade apresenta mais de um centro (boca), assim consideramos que um pólipos seria equivalente a um centro. Para obter a área dos fragmentos das colônias examinadas,

todas as amostras foram “scaneadas” e, a partir das imagens obtidas, suas áreas foram calculadas através do programa Scion Image (1998 Scion Corporation). Ao obter a área dos fragmentos das colônias, foram obtidos também dados de número de centros de cada uma, para estabelecer a densidade de pólipos por cm^2 por colônia. Esses dados foram multiplicados por dados de fecundidade média por pólipo por colônia, para então obter a fecundidade média por cm^2 por colônia. Posteriormente, foi calculada a média desses dados para cada local. Para obter um número de fecundidade por cm^2 para *M. braziliensis* do Complexo Recifal dos Abrolhos, foi calculada a média dos valores obtidos de fecundidade por cm^2 para cada local.

2.6 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PÓLIPO COM SUA RESPECTIVA FECUNDIDADE

Características do pólipo (altura, volume, área e números de mesentérios férteis) foram correlacionadas com dados de fecundidade por pólipo. Com um paquímetro foram medidos a altura e maior e menor diâmetro dos pólipos antes de serem dissecados. O número de mesentérios totais de cada pólipo foi anotado antes da dissecação e, dentre estes, os que continham gônadas foram considerados mesentérios férteis.

A partir dos dados de diâmetro foram obtidas as medidas do maior e menor raios de cada pólipo. Para calcular o volume do pólipo foi usada a fórmula do volume cônico ($\frac{1}{3} \cdot \pi \cdot R^2 \cdot H$, onde R= raio, H= altura e $\pi = 3,14159$) devido à morfologia cônica do pólipo (Figura 7). Optamos por usar o valor absoluto do maior e menor raio ao invés de tirar a média entre eles e elevar ao quadrado. Desta forma, a fórmula ficou: $\frac{1}{3} \cdot 3,14159 \cdot R_{\text{maior}} \cdot R_{\text{menor}} \cdot H$. Sakai (1998) também utilizou esse procedimento para calcular volume dos pólipos de *Goniastrea aspera*. Para calcular a área dos pólipos

foi usada a fórmula: $3.14159 * R_{\text{maior}} * R_{\text{menor}}$. Cada valor de volume, área e altura de pólipos foi relacionado com sua respectiva fecundidade, através de correlações lineares simples. A homogeneidade das variâncias dos dados de volume, área e altura dos pólipos foi testada pelo teste de Levene e, posteriormente foi aplicado o teste Kruskal-Wallis, com intervalo de confiança de 95%, para avaliar se esses parâmetros variavam significativamente entre os três locais. Para todas estas análises foi usado o programa Statistica, versão 4.3.

Foi feita uma regra de três com os dados de mesentérios férteis em relação à quantidade total de mesentérios contida em cada pólipos, para se obter uma porcentagem de mesentérios férteis por pólipos. A porcentagem de mesentérios férteis de cada pólipos foi correlacionada (correlação linear simples) com sua respectiva fecundidade. Depois foi calculada a média de mesentérios férteis por colônia, e posteriormente foi feito o mesmo cálculo para cada área de estudo. Assim, obteve-se um número representativo de mesentérios férteis para *M. braziliensis* para cada colônia e local. Os dados de porcentagem de mesentérios férteis foram analisados pelo teste de Levene, e foi aplicada ANOVA one way, com confiança de 95%, para averiguar se a proporção de mesentérios férteis variava significativamente entre os locais (Zar, 1999).



Figura 2. Gônada de *Mussismilia braziliensis*, fixada em formalina 10%. Barra = 1 mm



Figura 3. Gônada de *Mussismilia braziliensis* após passar pelo método de coloração utilizado no material dissecado. Barra = 1 mm.



Figura 4. Vista aboral de um pólopo de *Mussismilia braziliensis*, fixado em formalina 10%, mostrando a disposição dos pares de mesentérios. Barra = 1 mm.



Figura 5. Um par de mesentérios de *Mussismilia braziliensis*, fixado em formalina 10%. Barra = 1 mm.

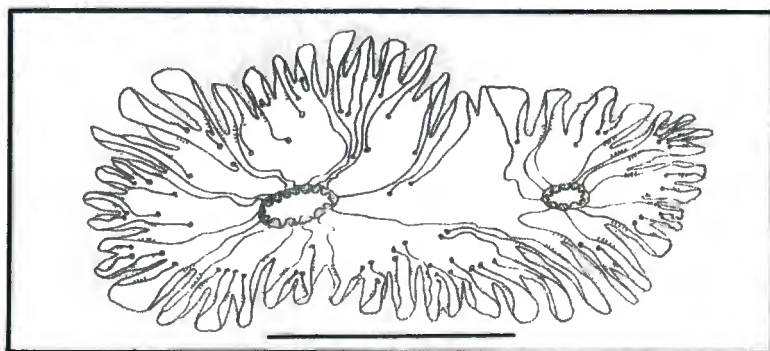


Figura 6. Desenho esquemático de dois pólipos de *Mussismilia braziliensis*. Barra = 5mm (Reproduzida de Pitombo, 1992)



Figura 7. Vista lateral de um pólopo de *Mussismilia braziliensis*, fixado em formalina 10%. Barra = 1 mm.

2.7 COMPARAÇÃO DA FECUNDIDADE COM OUTROS FATORES

Foram feitas correlações lineares simples (considerando-se resultado significativo quando $p < 0,05$) entre as fecundidades médias por pólipos de *M. braziliensis* das três áreas estudadas e outros fatores bióticos das mesmas áreas de estudo, tais como: tamanhos médios de colônias de *M. braziliensis*, cobertura de *M. braziliensis*, cobertura de algas calcárias, cobertura de algas filamentosas, cobertura total de corais e cobertura do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*. As fecundidades por pólipos também foram comparadas com as taxas de carbonato contidas nos sedimentos depositados sobre os recifes amostrados. Estes dados constam da Tese de Doutorado de Segal-Ramos (2003). As correlações foram feitas através do programa Statistica, versão 4.3.

3. RESULTADOS

3.1 COMPARAÇÃO ENTRE A COLETA DE DADOS DE FECUNDIDADE (DISSECÇÃO X HISTOLOGIA)

As variâncias dos dados obtidos através de análise de material dissecado e de lâminas histológicas, se apresentaram normais e homocedásticas, segundo os testes KS ($P > 0,10$) e Levene ($P = 0,68$), respectivamente. O teste “t” de Student mostrou a aceitação de H_0 , isto é, não houve diferença significativa entre a fecundidade por gônada obtida na dissecção e histologia ($t = 1,411$; $df = 89$; $P = 0,1619$). Já que ambas as metodologias apresentaram a mesma confiabilidade nos resultados (Figura 8), foi então escolhido o método mais econômico em relação ao material de consumo e equipamento, e, que dispendeu o menor tempo e esforço amostral (Tabelas 2 e 3). Desta forma, a coleta de dados para estimativa do esforço reprodutivo foi realizada através de dissecção de pólipos na lupa.

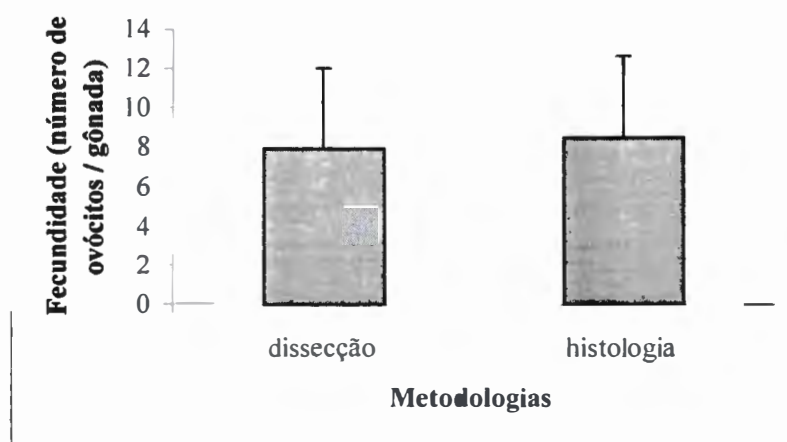


Figura 8. Média e Desvio Padrão dos dados de fecundidade de *Mussismilia braziliensis* obtidos através de dissecção e histologia.

Tabela 2. Material necessário nas duas diferentes metodologias de coleta de dados de fecundidade para um pólipo de *Mussismilia braziliensis*.

Dissecção		Histologia	
Material	Quantidade	Material	Quantidade
Lupa (ZEISS SV6)	1	Microscópio (Olympus BH-2)	1
Placa de petri	1	Micrótomo (Reichert-jung 820)	1
Pinça	1	Cassete microflow (ZEISS)	1
Alfinetes (nº 0.5mm)	4	Álcool anidro	1,40 l
Gilete	2	Xilol	0,42 l
Amarelo naftol	5ml	Parafina	4,8g
Fucsina ácida	5ml	Panela de banho maria (Reichert-Jung 820)	1
Água destilada	15ml	Lâminas (26 x 76mm)	130
		Lamínulas (24 x 32mm)	260
		Ácido oxálico*	9g
		Orange G*	9g
		Anilina azul*	2,25g
		Cloreto de mercúrio #	35g
		Ácido acético #	22,5g
		Ácido fosfomolibdico	0,65g
		Fucsina ácida	0,30g
		Água destilada	1,8 l
		Berço	1
		Pinça	1
		Entelan	11ml
		Bandejas	7

* corante Tricrômico de Mallory
solução Mordente

Tabela 3. Tempo despendido nas duas diferentes metodologias de coleta de dados de fecundidade para um pólipo de *Mussismilia braziliensis*.

Etapas	Tempo (minutos)	
	Dissecção	Histologia
Desmembrar o pólipo em mesentérios	8	-
Colocar o pólipo no cassete	-	3
Lavagem do cassete em água corrente	-	60
Série álcool(desidratação)	-	360
Série xilol (diafanização)	-	60
Empregnação de parafina	-	240
Montagem do bloco	-	1440
Cortes histológicos	-	120
Coloração do tecido	46	260
Montagem das lâminas	-	100
Análise dos mesentérios/ lâminas	120	310
Tempo total despendido	174	2953

A curva do número amostral em relação ao erro padrão, proposta por Bros & Cowell (1987), indicou que 60 gônadas eram suficientes para se obter um resultado confiável entre a comparação de coleta de fecundidade entre a dissecação e histologia (Figura 9).

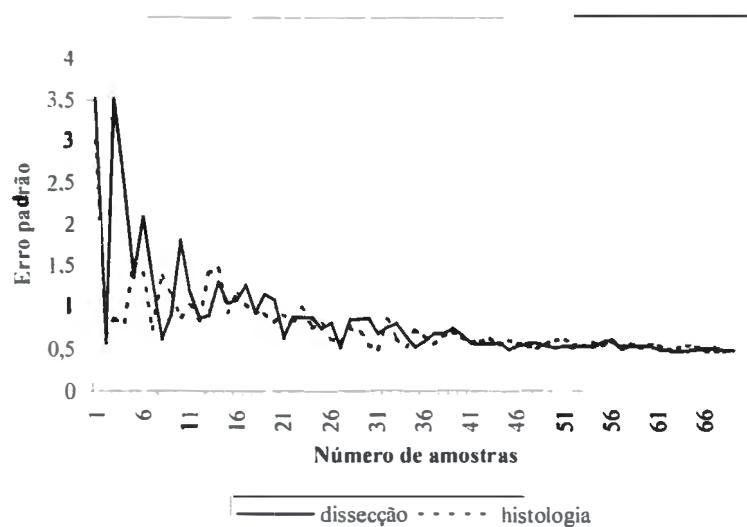


Figura 9. Erro padrão, da fecundidade obtida em através de dissecação e histologia, por número de amostras para calcular o número amostral mínimo.

3.2 ESTIMATIVA DO ESFORÇO REPRODUTIVO ATRAVÉS DA CONTAGEM DE OVÓCITOS (FECUNDIDADE)

O resultado obtido com os pólipos dissecados na lupa mostrou que um pólipó apresenta em média 58 (11,3 d.p.) mesentérios, e, ao final da dissecação dos 150 pólipos foram observados 8.762 mesentérios. Estes podem ou não apresentar gônada, e o número médio de mesentérios férteis (com gônada) por pólipó foi 38 (12,7 d.p). Foi observada uma enorme variação na quantidade de ovócitos encontrados nas gônadas (Tabela 4). Esta variação no número de ovócitos também se deu entre os pólipos de uma mesma colônia (Tabela 5), e entre colônias de um mesmo local (Tabela 6). Os valores médios das diferentes abordagens de fecundidade (por gônada, pólipó, cm^2 e colônia) para *M. braziliensis* do Complexo Recifal dos Abrolhos se encontram na Tabela 7.

Tabela 4. Números de ovócitos encontrados nas gônadas de *Mussismilia braziliensis* nas três localidades.

Localidades	Número de ovócitos encontrados nas gônadas		
	Máximo	Mínimo	Média \pm Desvio padrão
Parcel dos Abrolhos	22	1	34,66 \pm 11,86
Pontas Sul	35	1	40,08 \pm 11,03
Pedra de Leste	28	2	38,64 \pm 14,66

Tabela 5. Valores de fecundidades por pólipo de *Mussismilia braziliensis* encontrados nas três localidades.

Localidades	Número de ovócitos por pólipo		
	Maior n° encontrado	Menor n° encontrado	Média \pm Desvio padrão
Parcel dos Abrolhos	637	58	263,3 \pm 104
Pontas Sul	641	111	341,2 \pm 121,64
Pedra de Leste	987	73	410 \pm 159,29

Tabela 6. Valores de fecundidade por fragmento de colônia (5 pólipos) de *Mussismilia braziliensis* encontrados nas três localidades.

Localidades	Número de ovócitos por colônia		
	Máximo	Mínimo	Média \pm Desvio padrão
Parcel dos Abrolhos	2170	805	1319,5 \pm 524,9
Pontas Sul	3041	778	1706 \pm 800,6
Pedra de Leste	2877	682	2055,4 \pm 608,2

Tabela 7. Média e Desvio Padrão das diferentes abordagens de fecundidade de *Mussismilia braziliensis* para o Complexo Recifal dos Abrolhos

Diferentes abordagens de fecundidade	Número de ovócitos
Por gônada	37,8 \pm 2,8
Por pólipo	338,7 \pm 73,5
Por cm ²	175,09 \pm 50,7
Por fragmento de colônia (5 pólipos)	1693 \pm 368,1

Na comparação intercolonial dentro de uma mesma localidade e entre localidades, o teste de Levene para homogeneidade de variâncias dos dados de fecundidade rejeitou H_0 , onde a probabilidade das diferenças encontradas se deverem ao acaso é menor que 0,001. Devido a essa heterocedasticidade significativa, foi usado o teste não-paramétrico Kuskal-Wallis.

Na comparação intercolonial, os resultados do teste Kruskal-Wallis mostraram diferenças significativas nas fecundidades por mesentério entre as colônias em todos os

três locais (PA: df= 9; n= 1733; H= 393,48; P= 0,000) (PS: df= 9; n= 2004; H= 455,60; P= 0,000) (PL: df= 9; n= 1933; H= 460,10; P= 0,000) (Tabela 8). As figuras 10, 11 e 12 mostram as variâncias do valor de fecundidade por pólipo de cada colônia para cada local.

Tabela 8. Teste não paramétrico Kruskal-Wallis realizado com a fecundidade por mesentério entre colônias dentro de cada localidade e entre as localidades. PA= Parcel dos Abrolhos; PS= Pontas Sul e PL= Pedra de Leste.

Fecundidade por mesentério	Valores obtidos a partir do teste Kruskal-Wallis (P<0,05)			
	df	n	H	P
Entre as localidades	2	5670	519,29	0,000
Entre colônias de PA	9	1733	393,48	0,000
Entre colônias de PS	9	2004	455,60	0,000
Entre colônias de PL	9	1933	460,10	0,000

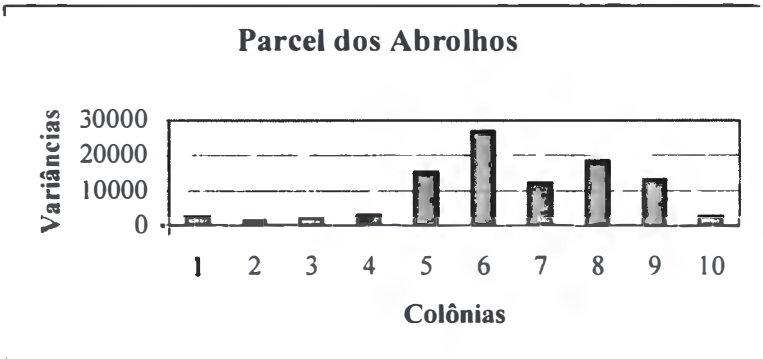


Figura 10. Variância da fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* no Parcel dos Abrolhos, BA.

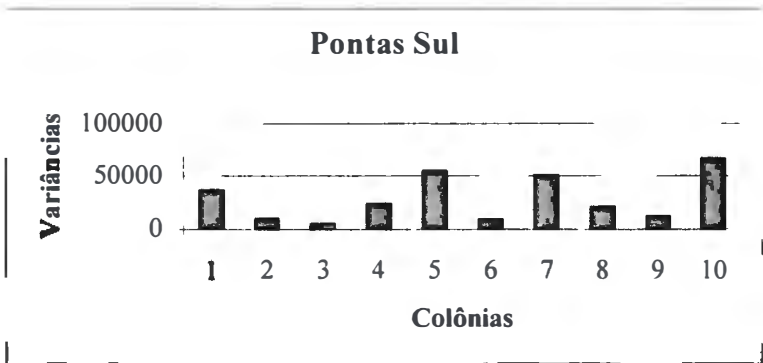


Figura 11. Variância da fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* em Pontas Sul, BA.

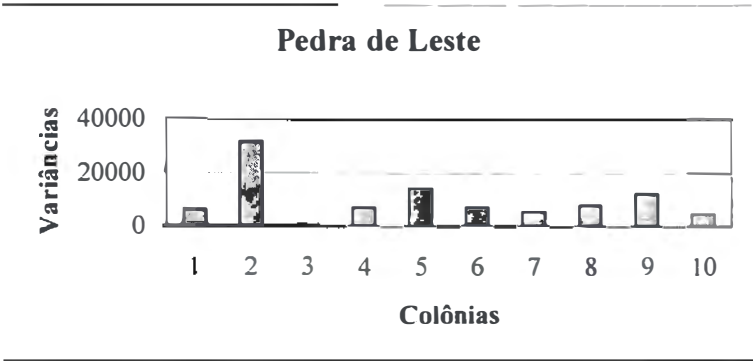


Figura 12. Variância da fecundidade pó pólipó de *Mussismilia braziliensis* em Pedra de Leste, BA.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis também mostraram diferenças significativas das fecundidades por mesentério entre as localidades (df= 2; n= 5670; H= 519,29; P= 0,000) (Tabela 8). O teste não paramétrico equivalente ao Tukey, indicou que as três localidades diferem entre si em relação às fecundidades por mesentério (PL x PA: $q = -1683$; PS x PA: $q = -816,7$; PL x PS: $q = 866,6$; $P < 0,001$) (Tabela 9).

Tabela 9. Teste para comparações múltiplas não paramétrico, equivalente ao teste de Tukey, usando o teste de Nemenyi (sendo $q(0,05,\infty,3)$) realizado com a fecundidade por mesentério entre as localidades. PA= Parcel dos Abrolhos; PS= Pontas Sul e PL= Pedra de Leste.

Localidades	Teste para comparações múltiplas não paramétrico, equivalente ao teste de Tukey, usando o teste de Nemenyi (sendo $q(0,05,\infty,3)$)	
	q	P
PA x PL	-1683	<0,001
PA x PS	-816,7	<0,001
PL x PS	866,6	<0,001

A fecundidade das colônias por pólipó e por cm^2 aumentou com a proximidade da costa (Tabelas 5 e 10, Figuras 13 e 14). Pontas Sul (PS) apresentou valor de fecundidade intermediário por pólipó e por cm^2 . Parcel dos Abrolhos (PA) apresentou a menor fecundidade, enquanto o local mais próximo da costa (Pedra de Leste - PL) apresentou maiores valores de fecundidade média por pólipó e por cm^2 . *M. braziliensis*

do Complexo Recifal dos Abrolhos apresentou fecundidade média de 338,18 (73,4 s.d.) ovócitos por pólipos e 175,09 (50,7 s.d.) ovócitos por cm².

Tabela 10. Média e desvio padrão da fecundidade por cm² de tecido de *Mussismilia braziliensis* em cada localidade.

Localidades	Fecundidade por cm ²
Parcel dos Abrolhos	141,61 ± 126,98
Pontas Sul	150,18 ± 166,36
Pedra de Leste	233,47 ± 219,44

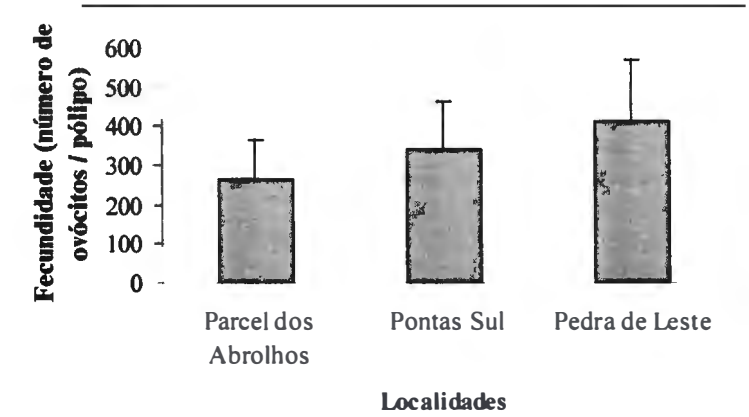


Figura 13. Média e desvio padrão de fecundidade por pólipos de *Mussismilia braziliensis* entre locais do Banco dos Abrolhos, BA.

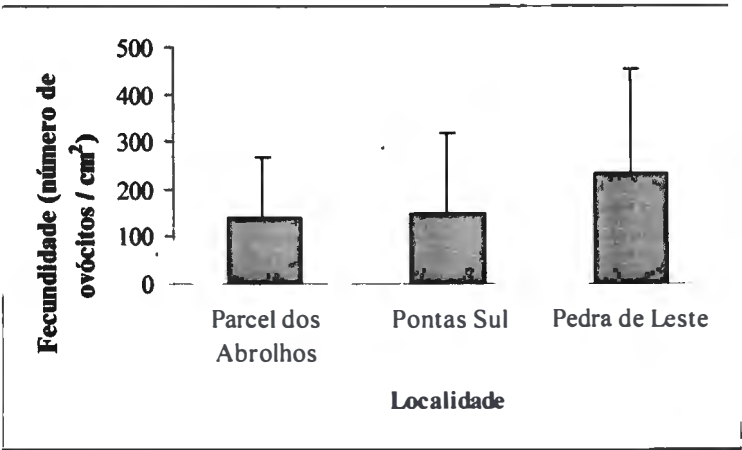


Figura 14. Média e desvio padrão de fecundidade por cm² de tecido de *Mussismilia braziliensis* entre locais do Banco dos Abrolhos, BA.

3.3 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PÓLIPO COM SUA RESPECTIVA FECUNDIDADE

M. braziliensis do Complexo Recifal dos Abrolhos apresentou uma porcentagem média de 64,08 (15,01 d.p.) mesentérios férteis por pólipos (Tabela 11). As médias e desvio padrão dos mesentérios férteis e totais por pólipos em cada localidade apresentou valores próximos (Tabela 11). A quantidade máxima e mínima de mesentérios totais e férteis observada entre as localidades está na Tabela 12. A Figura 15 ilustra as porcentagens encontradas. A correlação simples feita entre o número médio de mesentérios férteis e a fecundidade por pólipos foi significativa (r Spearman=0,77; $P=0,001$) (Figura 16), indicando que a fecundidade de um pólipos varia com seu respectivo número de mesentérios férteis. O resultado do teste de Levene mostrou homogeneidade das variâncias ($P=0,076$) e o resultado da ANOVA não mostrou diferença significativa entre a porcentagem de mesentérios férteis por pólipos entre os três locais ($df=2$; $F=0,38$; $P=0,68$).

Tabela 11. Média e desvio padrão dos mesentérios totais, férteis e porcentagem de férteis por pólipos de *Mussismilia braziliensis* nas três localidades e para o Complexo Recifal dos Abrolhos. PA= Parcel dos Abrolhos; PS= Pontas Sul e PL= Pedra de Leste. CRA = Complexo Recifal dos Abrolhos.

Localidades	Mesentérios		
	Totais por pólipos	Férteis por pólipos	Porcentagem de férteis
PA	54,4 ± 10,9	34,6 ± 11,8	62,62 ± 9,31
PS	62,04 ± 10,6	40,08 ± 11,03	64,44 ± 10,73
PL	58,7 ± 11,3	38,6 ± 14,6	65,18 ± 14,58
CRA	58,4 ± 11,3	37,8 ± 12,7	64,08 ± 15,01

Tabela 12. Números máximo e mínimo de mesentérios totais e férteis por pólipos de *Mussismilia braziliensis* em cada localidade.

Localidades	Mesentérios totais por pólipos		Mesentérios férteis por pólipos	
	Nº máximo	Nº mínimo	Nº máximo	Nº mínimo
Parcel dos Abrolhos	80	30	61	13
Pontas Sul	82	38	63	20
Pedra de Leste	86	36	78	15

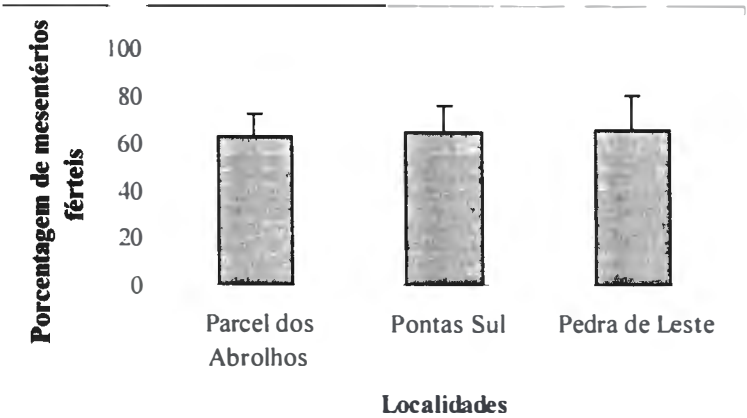


Figura 15. Média e desvio padrão da porcentagem de mesentérios férteis de *Mussismilia braziliensis* entre locais do Banco dos Abrolhos, BA.

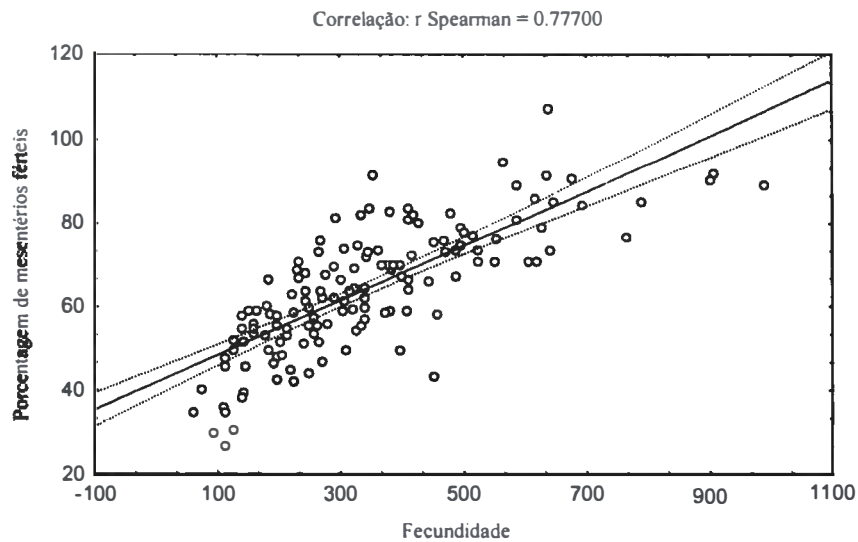


Figura 16. Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipos de *Mussismilia braziliensis* e sua respectiva porcentagem de mesentérios férteis. (P= 0,001)

Os dados de volume, área e altura não apresentaram variâncias homogêneas e, segundo o teste Kruskal-Wallis, estes parâmetros não diferem significativamente entre os três locais. Os valores dos testes se encontram na Tabela 13. As correlações simples feitas entre a fecundidade do pólipos e suas respectivas área (r Spearman= 0,54), volume (r Spearman= 0,58) e altura (r Spearman= 0,45) foram significativas (P<0,05). As figuras 17, 18 e 19 ilustram essas correlações observadas.

Tabela 13. Teste não paramétrico Kruskal-Wallis realizado com as características do pólipo entre os três locais de estudo.

Características do pólipo	Valores obtidos a partir do teste Kruskal-Wallis (P<0,05)			
	df	n	H	P
Altura	2	150	1,77	0,41
Área	2	150	4,67	0,09
Volume	2	150	2,16	3,396

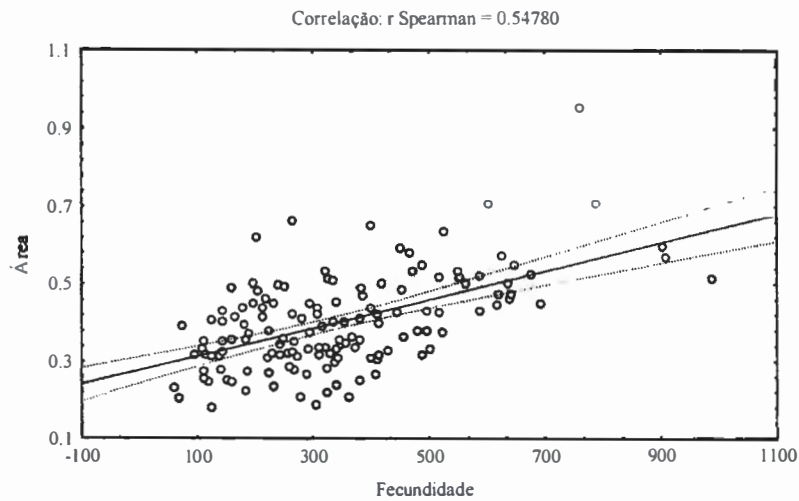


Figura 17. Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e sua respectiva área. (P= 5,04 x 10⁻¹³)

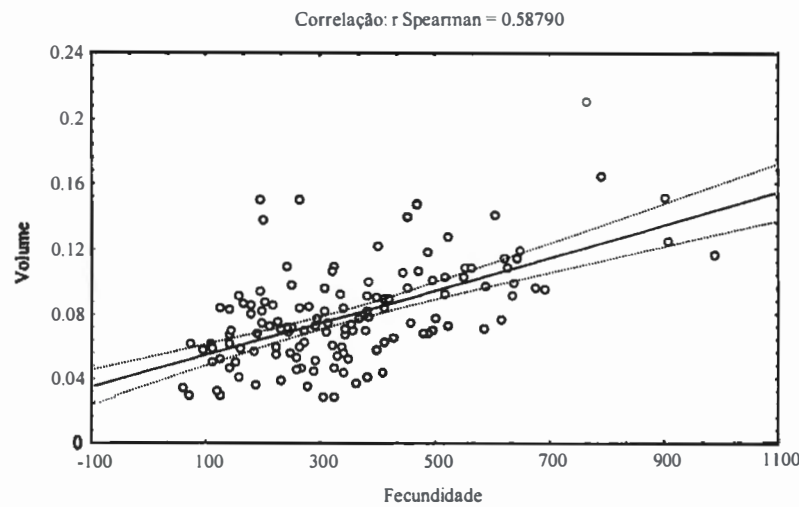


Figura 18. Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e seu respectivo volume. (P= 3,3 x 10⁻¹⁵)

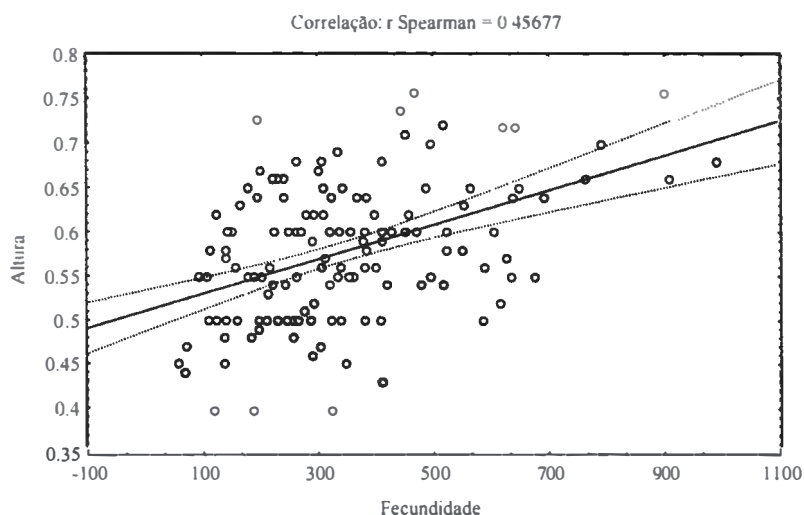


Figura 19. Correlação linear simples entre a fecundidade por pólipo de *Mussismilia braziliensis* e sua respectiva altura. ($P= 4,95 \times 10^{-9}$)

3.4 COMPARAÇÃO DA FECUNDIDADE COM OUTROS FATORES

A correlação linear simples feita entre as fecundidades por pólipos e os dados bióticos obtidos de Segal-Ramos (2003) nas mesmas áreas de estudo, só mostrou correlação significativa positiva entre a fecundidade e a cobertura de *Palythoa caribaeorum* (r Spearman= 0,99; $P= 0,029$) (Figura 20). Os tamanhos médios de colônias de *M. braziliensis*, cobertura de *M. braziliensis*, cobertura de algas calcárias, cobertura de algas filamentosas e cobertura total de corais não apresentaram correlação significativa com a fecundidade de *M. braziliensis*, apesar de apresentarem coeficiente de correlação de Spearman altos (Tabela 14). A fecundidade mostrou uma correlação negativa com as taxas de carbonato de cálcio dos sedimentos depositados sobre os recifes, porém essa correlação não foi significativa (r Spearman= -0,99; $P= 0,068$) (Figura 21).

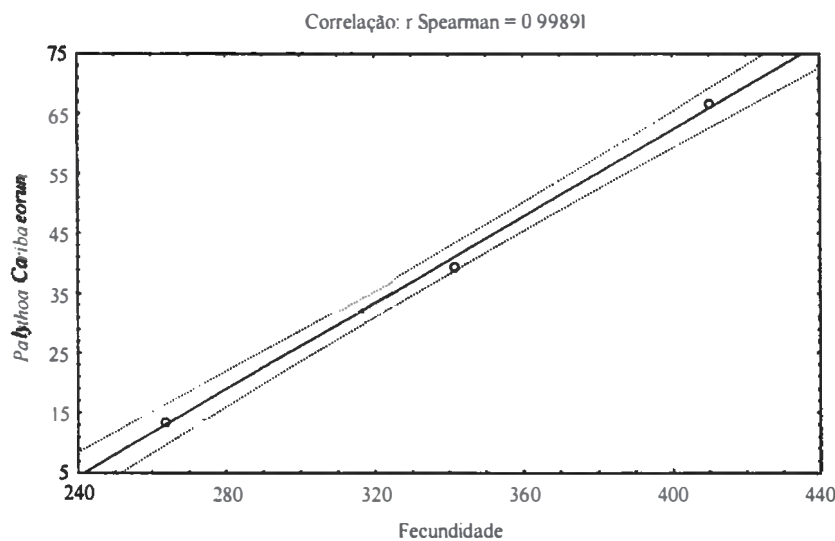


Figura 20. Correlação linear simples entre a fecundidade por póipo de *Mussismilia braziliensis* e a cobertura de *Palythoa caribaeorum* nos recifes do Banco dos Abrolhos, BA. (P= 0,029)

Tabela 14. Valores da correlação linear simples (P< 0,05) entre a fecundidade por póipo e características bióticas e abiótica das mesmas áreas de estudo.

Características bióticas e abióticas	Valores da correlação linear simples (P<0,05)	
	r Spearman	P
Tamanhos médios de colônias de <i>M. braziliensis</i>	-0,63	0,56
Cobertura total de corais	-0,97	0,14
Cobertura de algas calcárias	-0,38	0,75
Cobertura de algas filamentosas	-0,93	0,24
Cobertura de <i>M. braziliensis</i>	-0,89	0,29
Cobertura de <i>Palythoa caribaeorum</i>	0,99	0,029
Taxas de carbonato contidas nos sedimentos	-0,99	0,068

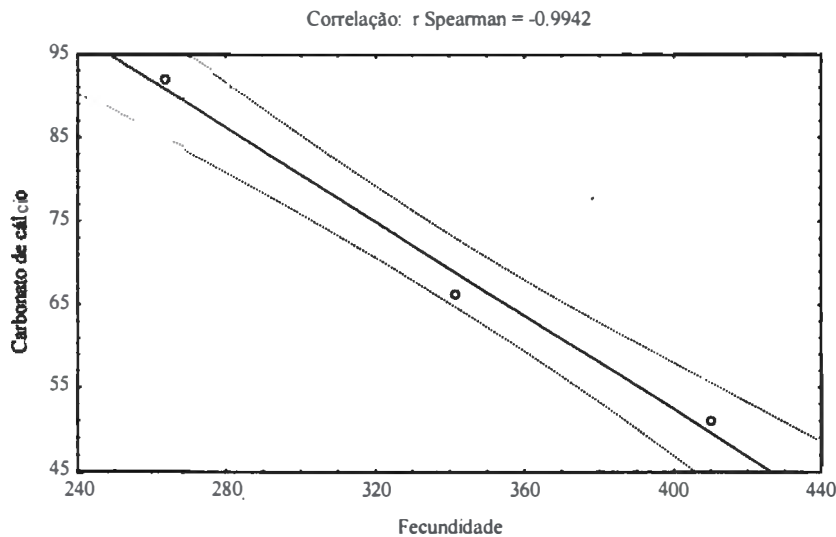


Figura 21. Correlação linear simples entre a fecundidade por póipo de *Mussismilia braziliensis* e a taxa de carbonato de cálcio depositado nos recifes do Banco dos Abrolhos, BA. (P=0,068)

4. DISCUSSÃO

4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS DADOS DE FECUNDIDADE OBTIDOS ATRAVÉS DE DISSECÇÃO E HISTOLOGIA

Segundo Bros & Cowell (1987) a escolha do tamanho amostral apropriado é fundamental, pois se a diferença entre as médias forem pequenas, o poder do teste provavelmente será insuficiente para avaliar a hipótese caso o n amostral seja muito pequeno. De acordo com os autores, quanto maior a amostra, maior será o poder do teste, mas isto pode levar a um desperdício de esforço de coleta. Neste estudo, para fazer a comparação entre as técnicas foram utilizadas 90 gônadas onde 60 já seriam suficientes. Houve, portanto, um desperdício de esforço, mas, por outro lado, a confiabilidade do resultado obtido pelo teste foi maior.

A análise histológica é muito mais dispendiosa em relação aos equipamentos, materiais de consumo (Tabela 2) e tempo (Tabela 3). Além disso, as perdas durante o processamento histológico são maiores do que as da dissecção, fazendo com que seja necessário mais tempo para processar novo material (observação pessoal). A literatura confirma esses resultados, pois afirma que a melhor forma de medir a fecundidade é através da dissecção do pólipó (Fadlallah, 1983; Harrison & Wallace, 1990; Guzmán & Host, 1993). Desta forma, este trabalho vem somar evidências de que a dissecção do pólipó na lupa é o método mais adequado para quantificar o número de ovócitos por gônada em corais recifais. Este fato é reforçado pelos resultados semelhantes (mesma confiabilidade) que obtivemos através da coleta de dados de material dissecado e o tratado histologicamente.

4.2 CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE *MUSSISMILIA BRAZILIENSIS*

A análise histológica indicou sincronia entre as colônias em relação ao estágio de maturação dos gametas. Isto é interessante porque significa que as colônias se encontravam no mesmo período do ciclo reprodutivo, isolando portanto uma variável que poderia interferir na estimativa da fecundidade. Também foi constatado que numa mesma gônada há gametas femininos e masculinos, indicando o hermafroditismo já definido anteriormente (Pires *et al.*, 1999). Nenhum embrião ou larva foi visto, o que significa que essa espécie libera seus gametas no ambiente para fertilização externa. Isto reforça o seu modo reprodutivo definido por Pires *et al.* (1999).

4.3 ESTIMATIVA DO ESFORÇO REPRODUTIVO ATRAVÉS DA CONTAGEM DE OVÓCITOS (FECUNDIDADE)

Neste estudo foram observados até 3041 ovócitos em um fragmento de colônia (5 pólipos) no Complexo Recifal dos Abrolhos. Essa grande quantidade de ovócitos se deve a estratégia reprodutiva dessa espécie que é desovar os ovócitos na coluna d'água para fertilização externa. Este é o modo de reprodução dominante entre os corais recifais (Harrison & Wallace, 1990). Essa estratégia demanda muitos gametas já que a formação e desenvolvimento do embrião se fazem fora dos tecidos parentais, o que lhe traz maior risco de predação (Giese, 1978). Desta forma, espécies que possuem fertilização interna e incubam larvas tendem a produzir menos ovócitos se comparadas com espécies que liberam seus gametas na coluna d'água (Fadlallah, 1983, Harrison & Wallace, 1990; Hall & Hughes, 1996; Shlesinger *et al.*, 1998).

Muitos trabalhos sobre fecundidade já foram realizados em octocorais (Coma *et al.*, 1995; Coma & Lasker, 1997; Lasker *et al.*, 1998; Kapela & Lasker, 1999; Michalek-Wagner & Willis, 2001; Santangelo *et al.*, 2003), antipatários (Parker *et al.*,

1997), e principalmente, em escleractíneos (Van Moorsel, 1983; Glynn *et al.*, 1994; Sier & Olive, 1994; Van Veghel & Bak, 1994; Van Veghel & Kahmann, 1994; Hall & Hughes, 1996; Fan & Dai, 1998; Sakai, 1998a; Sakai, 1998b; Shlesinger *et al.*, 1998; Kramarsky-Winter & Loya, 2000; Waller *et al.*, 2002). Contudo, o presente trabalho só comparou a fecundidade (por pólipos, gônada e por cm²) de *M. braziliensis* com a observada em outras espécies de corais scleractínios, coloniais, maciços, com mesmo modo de reprodução (desovador) e padrão sexual (hermafroditismo).

Hall & Hughes (1996) observaram um número médio de 46 ± 2 ovócitos por pólipos para o coral maciço *Goniastrea retiformis*, já Van Veghel & Kahmann (1994) observaram uma média de 30 ± 39 (d.p.) ovócitos por pólipos para *Montastrea annularis*. *M. braziliensis* dos Abrolhos apresentou valores de fecundidade mais altos, onde, em média, havia 338,7 (73,5 d.p.) ovócitos por pólipos. Uma grande diferença também foi encontrada em relação à média de número de ovócitos por mesentério entre *M. braziliensis* ($37,8 \pm 2,8$ d.p.) e *Merulina ampliata* de Taiwan ($13,8 \pm 2,6$ d.p.) (Fan & Dai, 1998) e *Montastrea annularis* do Caribe (6,5) (Van Veghel & Kahmann, 1994). Já a fecundidade média por cm² ($175,09 \pm 50,7$ d.p.) obtida para a espécie do presente estudo em Abrolhos foi maior que as encontradas por Sier & Olive (1994) para *Pocillopora verrucosa* da República das Malvinas ($129 \pm 19,1$) e para *Montastrea annularis* (134) (Van Veghel & Kahmann, 1994). Entretanto outras espécies apresentaram valores mais altos de fecundidade média por cm²: *Platygyra sinensis* (350), *Goniastrea favulus* (368), *Goniastrea aspera* (935). (Harrison & Wallace, 1990)

Pires *et al.* (1999) estudaram características reprodutivas das três espécies do gênero *Mussismilia* de Abrolhos em 1996. Em seu estudo observaram variação de 1 a 17 ovócitos por mesentério de *M. braziliensis*. *M. hartti* apresentou de 1 a 18 ovócitos por mesentério, enquanto o valor encontrado para *M. hispida* variou de 1 a 16. Esses

valores estão dentro do intervalo de variação encontrado para *M. braziliensis* nesse estudo (1 a 35 ovócitos por mesentério).

Lobophyllia corymbosa, espécie pertencente à família Mussidae, apresenta, em média, 178 ovócitos por cm² (Harrison & Wallace, 1990), valor próximo ao encontrado para *M. braziliensis*. Shlesinger *et al.* (1998) estudaram algumas espécies da família Mussidae (*Acanthastrea echinata*, *Cynarina lacrymalis* e *Lobophyllia hemprichi*). Os autores observaram que essas espécies possuem pólipos grandes e exibem fecundidade variável e alta (de 1000 a 3550 ovócitos por pólipos). *Acanthastrea echinata* foi a espécie menos fecunda dentre os mussídeos estudados, com uma média de 46,6 ($\pm 8,8$ d.p.) ovócitos por gônada, valor um pouco maior que o encontrado para *M. braziliensis* (37,8 $\pm 2,8$ d.p.). Isto é interessante uma vez que Veron (1995) sugeriu que o gênero *Mussismilia* precisa de revisão, e comenta ainda da possibilidade de incluir *M. braziliensis* dentro do gênero *Acanthastrea*.

4.4 COMPARAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO PÓLIPO COM SUA RESPECTIVA FECUNDIDADE

Segundo Hall & Hughes (1996), organismos modulares são compostos por blocos de brotamento repetidos (pólipos) que são derivados assexuadamente por crescimento vegetativo. De acordo com Sakai (1998b) o pólipos é a unidade básica para as atividades fisiológicas, e Hall & Hughes (1996) afirmam que a arquitetura ou morfologia do pólipos tem um papel crucial na determinação do rendimento reprodutivo.

Harrison & Wallace (1990) comentam que a fecundidade é geralmente estimada por pólipos, mas como o tamanho e a densidade de pólipos variam muito entre as espécies é mais recomendável comparar a fecundidade por área. Isto traz a vantagem de permitir a comparação com espécies com diferentes formas de crescimento.

O volume, área e altura dos pólipos de *M. braziliensis* não diferiram entre as localidades estudadas. Porém, a fecundidade (por pólipo) variou em relação a área, altura e volume do pólipo. *M. braziliensis* apresenta uma grande variedade morfológica em seus pólipos devido ao seu brotamento intratentacular. Sakai (1998b) sugere que o modo de brotamento afeta a produção de ovócitos. Isto porque pólipos formados por brotamento intratentacular compartilham do mesmo estágio de desenvolvimento que seu pólipo parental, estando portanto aptos a produzir ovócitos logo após sua criação. Hall & Hughes (1996) estudaram espécies de coral que apresentam brotamento extratentacular. Eles observaram grande variação no número de ovócitos por pólipo entre as espécies. Entretanto, dentro de cada espécie a fecundidade não variou. Isto reforça a idéia de que é a arquitetura do pólipo que rege a produção de gametas femininos. A espécie do presente estudo, *M. braziliensis*, não possui essa uniformidade na morfologia de seus pólipos e, talvez, seja este o motivo da grande variação de fecundidade encontrada entre pólipos de uma mesma colônia.

Vários autores observaram uma relação entre a fecundidade do pólipo e seu respectivo tamanho. Harriot (1983) (*apud* Sakai, 1998b) investigou a reprodução sexuada de quatro espécies de coral e sugeriu que o tamanho do pólipo limita a produção de gônada no mussídeo *Lobophyllia corymbosa*. A autora, ao relacionar as quatro espécies, concluiu que a fecundidade cresce com o aumento do tamanho dos pólipos. Sakai (1998b) mostrou que a produção de ovócitos de *Goniastrea aspera* também cresce com o aumento do tamanho do pólipo. Shlesinger *et al.* (1998), após estudar 24 espécies de diferentes famílias no Mar Vermelho, concluíram que a fecundidade está positivamente correlacionada com o diâmetro do pólipo. Eles dizem ainda que a relação entre número de ovócitos e o tamanho do pólipo é complexa e provavelmente está ligado a requerimentos energéticos de cada espécie. Kapela &

Lasker (1999) também corroboram com esses resultados ao sugerir que a maior fecundidade por pólipo de *Pseudoplexaura porosa*, dentre os demais octocorais estudados, é devido ao maior tamanho de seus pólipos. Hall & Hughes (1996) constataram que as diferenças na produção de ovócitos por pólipos entre as espécies estudadas estão fortemente associadas com o número de mesentérios férteis por pólipos. O presente estudo também mostrou uma correlação significativa entre a fecundidade e o número de mesentérios férteis. Estes estudos mencionados indicam que o tamanho do pólipos e sua quantidade de mesentérios contendo gônadas (férteis) é uma limitação física para o número e tamanho dos ovócitos em várias espécies de cnidários.

A grande variação na morfologia do pólipos de *M. braziliensis* impossibilitou a coleta de pólipos de volumes iguais. Para que a alta variabilidade da fecundidade encontrada diminuísse seria necessário coletar um maior número de pólipos. Entretanto, isso nem sempre é possível, pois, em áreas impactadas, pode-se comprometer uma população se o número de amostras coletadas for muito grande.

4.5 POSSÍVEIS FATORES DETERMINANTES DA FECUNDIDADE NO COMPLEXO RECIFAL DOS ABROLHOS.

Os altos valores de r e P encontrados nas correlações entre a fecundidade e a taxa de carbonato de cálcio depositado no sedimento, tamanhos médios de colônias de *M. braziliensis*, cobertura de *M. braziliensis*, cobertura de algas calcárias, cobertura de algas filamentosas e cobertura total de corais, talvez se devam à pequena quantidade de pontos (3) na correlação. Desta forma, acreditamos que cabe ressaltar alguns comentários sobre o resultado obtido.

Leão & Ginsburg (1997) e Segal-Ramos (2003) comentam que a composição dos sedimentos nos recifes dos Abrolhos varia em relação à distância para costa. Segal-

Ramos (2003) observou diferença significativa na taxa de carbonato de cálcio contida nos sedimentos depositados sobre os recifes das três áreas de estudo deste trabalho. A autora observou maior concentração de carbonato de cálcio no sedimento depositado nos recifes do Parcel dos Abrolhos. Ela comenta que o carbonato é um indicativo do bom desenvolvimento de comunidades de organismos bentônicos que utilizam o carbonato, como os corais. Apesar de nossos dados de fecundidade por pólipo de *M. braziliensis* não mostrarem correlação significativa com a taxa de carbonato contida nos sedimentos, o valor alto e negativo do coeficiente de correlação de Spearman sugere que locais com sedimentos que contém mais carbonato de cálcio apresentariam colônias de *M. braziliensis* menos fecundas.

Nosso estudo mostrou que as colônias de *M. braziliensis* do Parcel dos Abrolhos apresentaram a menor fecundidade por pólipo e por cm² em comparação as outras áreas estudadas. Ricklefs (1993) afirma que populações maiores apresentam menores fecundidades por indivíduos. Se considerarmos as colônias como sendo indivíduos da população do Parcel dos Abrolhos, então fatores dependentes de densidade poderiam estar causando a menor fecundidade encontrada nas colônias desta área de estudo. Os altos coeficientes de correlação negativos entre a fecundidade e a cobertura de *M. braziliensis* e a cobertura total de corais mostraram que a fecundidade é menor em ambientes com maior densidade de indivíduos. O autor comenta que esses fatores dependentes de densidade são controlados pelas condições do ambiente. Ricklefs (1993) diz ainda que se o ambiente mudar por alterações antrópicas ou naturais serão então estabelecidos novos pontos de equilíbrio. Assim, a fecundidade estabelecida para *M. braziliensis* de Abrolhos em 2000 pode servir de parâmetro para comparações com estudos futuros sobre as condições biológicas da espécie. Isto será discutido mais detalhadamente no item 4.6.

Segundo Leão & Ginsburg (1997), sedimentos depositados sobre os recifes mais próximos à costa apresentam maior contribuição de componentes siliciclásticos (terrígenos). Os sedimentos siliciclásticos lamosos são compostos de partículas mais finas (pequenas) e, por isso, permanecem mais tempo na coluna d'água (Riegl *et al.*, 1996; Anthony & Larcombe, 2002). Além disso, Segal-Ramos (2003) afirma que os recifes de Pedra de Leste são mais rasos do que os recifes das outras áreas amostradas, o que facilita ainda mais a resuspensão dos sedimentos durante ventos intensos. Para ela, isso é a causa da alta turbidez encontrada em Pedra de Leste. Em seu estudo, Segal-Ramos (2003) observou ainda que a cobertura do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* difere significativamente entre os locais, sendo maior em Pedra de Leste. Suchanek & Green (1981) sugerem que *P. caribaeorum* é um forte competidor por espaço nos recifes em que vive. Competição interespecífica envolve grande investimento de energia (Ricklefs, 1993) para mecanismos de defesa ou ataque. Desta forma, uma menor quantidade de energia se destina para a produção de gametas. De acordo com essa hipótese, seria esperado encontrar uma baixa fecundidade de *M. braziliensis* em Pedra de Leste, pois no local ocorre *P. caribaeorum* em maior abundância. Apesar desse estudo não ter analisado parâmetros de competição e composição de sedimentação, os dados deste trabalho parecem não corroborar com a idéia de que a competição e/ou turbidez afetam a fecundidade, uma vez que *M. braziliensis* apresentou maior fecundidade por pólopo (410) e por cm² (233,47) em Pedra de Leste.

Williams (1975) (*apud* Stocker & Underwood, 1991) argumenta que organismos clonais são capazes de responder a condições ambientais locais ao alterar o investimento da reprodução sexuada e assexuada. O autor observou que, em plantas, a taxa de reprodução sexuada aumentou em ambientes menos favoráveis. Esta estratégia seria supostamente mais vantajosa, pois, além de ser menos dispendiosa energeticamente,

também permitiria a colonização de áreas desocupadas em outras localidades. Segundo Harrison & Wallace (1990), a vantagem de liberar ovócitos na coluna d'água é a dispersão a longa distância devido ao extenso período da larva planctônica.

A hipótese de Williams (1975) (*apud* Stocker & Underwood, 1991) pode explicar a maior fecundidade de *M. braziliensis* em Pedra de Leste. É possível que não só a turbidez da água e/ou a abundância de *P. caribaeorum*, mas também a característica do sedimento em Pedra de Leste estejam sendo, de alguma maneira, prejudiciais aos pólipos de *M. braziliensis* como, por exemplo, conferir desvantagens para a espécie no momento do assentamento e recrutamento da larva. Isto pode, inclusive, explicar a menor cobertura de *M. braziliensis* nesse local encontrada por Segal-Ramos (2003). Esta turbidez afeta a quantidade de luz recebida pelo coral, e, segundo a autora, este fato poderia estar relacionado com o menor tamanho das colônias de *M. braziliensis* nesse local (Segal-Ramos, 2003). Sabe-se que colônias pequenas geralmente investem menos na reprodução e mais no crescimento devido à alta mortalidade de colônias menores (Szmant, 1986; Van Veghel & Kahmann, 1994; Sakai 1998a). Entretanto pode ser que as pequenas colônias de *M. braziliensis* em Pedra de Leste estejam investindo mais na reprodução como uma maneira de garantir a sobrevivência da espécie.

Segal-Ramos (2003) comenta que *P. caribaeorum* pode ser amplamente dominante em áreas com maior deposição de sedimento. Desta forma, a significativa e positiva correlação encontrada entre a cobertura de *P. caribaeorum* e a fecundidade de *M. braziliensis* pode estar refletindo uma associação indireta entre esses parâmetros, já que ambos parecem apresentar uma associação a ambientes com distúrbios.

Lins de Barros *et al.* (2000) comentam que, nos recifes brasileiros, onde a cobertura coralínea é pequena, a competição não parece ser um fator tão importante. Os autores sugerem ainda que as comunidades bentônicas do Arquipélago de Abrolhos são

regidas, principalmente, por fatores abióticos (hidrodinamismo, inclinação do substrato, temperatura, salinidade e turbidez). O presente trabalho não mediu essas características nas áreas de estudo, e Segal-Ramos (2003) afirma que são poucos os dados disponíveis sobre as características físicas dos ambientes recifais no Brasil.

É interessante reparar que Pontas Sul (local de distância intermediária da costa) apresentou valores de fecundidade por pólipo e por cm^2 intermediários entre os locais. Isto provavelmente indica que deve haver uma gradação na qualidade do ambiente (em relação a características bióticas e, principalmente, abióticas) em função à distância da costa. Desta forma, futuros estudos sobre as características ambientais no Complexo Recifal dos Abrolhos, em locais com diferentes distâncias da costa, podem vir a elucidar essas questões.

4.6 UTILIDADE DA FECUNDIDADE COMO ÍNDICE DE ESTRESSE

De acordo com Harrison (1993), as comunidades coralíneas são capazes de se recuperar de distúrbios naturais e antropogênicos através da reprodução, pois este processo, juntamente com o recrutamento, é responsável pela renovação e manutenção das populações coralíneas. Vem daí a grande importância de se estudar a biologia reprodutiva das espécies que estão sujeitas a distúrbios humanos em constante ascensão (Harrison, 1993).

Segundo a literatura, estudos sobre reprodução mostram que os corais escleractínios dividem seus recursos energéticos destinados a reprodução para outras funções vitais em resposta a uma variedade de condições de stress (Harrison & Wallace, 1990; Rogers, 1990; Kramarsky-Winter & Loya, 2000). Em várias ocasiões manutenção, reparo e crescimento são funções prioritárias (Harrison & Wallace, 1990). Desta forma, comparada com outras funções fisiológicas, a reprodução parece ter uma

curta tolerância ao stress, e por isso a fecundidade pode ser usada como um indicador sensível a stress sub-letais nos recifes (Harrison & Wallace, 1990; Kojis & Quinn, 1984).

Sier & Olive (1994) afirmam que a redução da fecundidade é uma forma de fracasso reprodutivo. Muitos estudos já constataram a redução da fecundidade em corais devido a causas antrópicas, como, por exemplo, o aumento da turbidez da água (Kojis & Quinn, 1984) e danos mecânicos causados por mergulhadores e barcos turísticos (ancoragem) (Van Veghel & Bak, 1994). Já foi verificado também que a poluição crônica por óleos provenientes de barcos turísticos e/ou derramamento de óleo (devido às perfurações em busca de combustíveis fósseis) afetam a reprodução dos corais (Guzmán & Holst, 1993; Leão, 1996; Guzmán *et al.*, 1994). Guzmán & Holst (1993) observaram que, para *Siderastrea siderea* do Panamá, esses fatores levaram a uma redução do tamanho de gônada, tamanho das colônias e número de colônias viáveis reprodutivamente. Eles acreditam que isto, a longo prazo, pode levar a um declínio da população.

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) criada em 1998, abriu possibilidades de exploração de petróleo para empresas privadas. Através de licitações internacionais foram concedidos vários blocos exploratórios para essas empresas, incluindo parte do Banco de Abrolhos. Isto traz sérios riscos de impactos à comunidade recifal local. Uma série de substâncias tóxicas, incluindo metais pesados como: mercúrio, cádmio, zinco, cromo e cobre, são descartados no mar durante a fase de perfurações e de produção/escoamento. Essas substâncias podem ser transportadas para os sedimentos e afetar drasticamente a vida marinha. Outros perigos são os incidentes de derramamento de óleo e os abalos sísmicos durante a fase de perfuração. O presente trabalho proporcionou dados que podem ser futuramente comparados com outros de esforço reprodutivo de *M. braziliensis* na mesma

área de estudo para avaliar a “saúde” da espécie, e, conseqüentemente, dos recifes de Abrolhos. Esta ferramenta poderá ser de grande utilidade caso não haja a exclusão de blocos de exploração e produção de petróleo e gás no Banco dos Abrolhos e adjacências, pois serão dados de fecundidade de uma espécie chave da região antes da ocorrência dos impactos, inerentes a exploração e produção de petróleo, na vida marinha.

O presente estudo definiu um valor de fecundidade de *M. braziliensis* dos Abrolhos para 2000, obtendo assim um “retrato” do esforço reprodutivo dessa espécie nesse local e ano. Este estudo proporcionou dados que podem ser também comparados com padrões reprodutivos globais de corais.

5. CONCLUSÃO

- Ambas metodologias (histologia e dissecação) apresentam a mesma confiabilidade de quantificação de gametas femininos. A análise histológica é muito mais dispendiosa de tempo, equipamento e material de consumo. Acreditamos que a melhor forma de medir a fecundidade é através da dissecação do pólipo.
- Foi desenvolvido um novo método de coloração para facilitar a identificação e contagem dos ovócitos nos pólipos dissecados.
- A fecundidade por pólipo apresentou correlação significativa positiva com sua área, volume, altura e o número de mesentérios férteis do pólipo. As características morfológicas do pólipo de *M. braziliensis* contribuem para a alta variabilidade de fecundidade encontrada entre os pólipos de uma mesma colônia. É possível que esse mesmo fator seja responsável pelas diferenças de fecundidades entre colônias e entre localidades.
- *M. braziliensis* dos Abrolhos é hermafrodita e desovadora de gametas. A fecundidade média por pólipo da espécie foi 338,7 (73,5 d.p.), e o número máximo de ovócitos encontrado por pólipo foi 987.
- O número de ovócitos entre colônias e locais estudados variou significativamente, nos mostrando que a fecundidade é um parâmetro variável.
- A fecundidade de *M. braziliensis* está positivamente correlacionada com a cobertura de *P. caribaeorum*.
- Foi sugerido que *M. braziliensis* investe maior energia na produção de gametas em ambientes com mais distúrbios.

- O “retrato” do esforço reprodutivo de *M. braziliensis* dos Abrolhos para 2000 será de grande utilidade caso haja impactos ambientais no Banco dos Abrolhos e adjacências.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthony, K. R. N. & Larcombe, P. 2000. Coral reefs in turbid waters: sediment-induced stresses in corals and likely mechanisms of adaptation. Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali 1: 23-27.
- Bros, W. E. & Cowell, B. C. 1987. A technique for optimizing sample size (replication). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 114: 63-71.
- Brooke, S. & Young, C. M. 2003. Reproductive ecology of a deep-water scleractinian coral, *Oculina varicosa*, from the southeast Florida shelf. Continental Shelf Research 23: 847-858.
- Calderon, E. N., Castro, C. B. & Pires, D. O. 2000. Natação, assentamento e metamorfose de plânulas do coral *Favia gravida*. Boletim do Museu Nacional N.S. Zool. 429: 1-12.
- Castro, C. B. 1994. Corals of southern Bahia. 161 – 176. In: Hetzel B. & Castro C. B. (eds.). Corals of southern Bahia. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 189p.
- Castro, C. B. & Pires, D. O. 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. Bulletin of Marine Science 69 (2): 357-371.
- Chornesky, E. A. & Peters, E. C. 1987. Sexual reproduction and colony growth in the scleractinian coral *Porites astreoides*. Biological Bulletin 172: 161-177.
- Coma, R., Marta, R., Mikel, Z. & Gili, J. P. 1995. Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. Marine Ecology Progress Series 177: 173-183.
- Coma, R. & Lasker, H. R. 1997. Effects of spatial distribution and reproductive biology on *in situ* fertilization rates of a broadcast-spawning invertebrate. Biological Bulletin 193: 20-29.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. Science 199: 1302-1310.

- Fadlallah, Y. H. 1983. Sexual reproduction, development and larval biology in scleractinian corals. A review. *Coral Reefs* 2: 129-150.
- Fan, T. Y. & Dai, C. F. 1998. Sexual reproduction of the scleractinian coral *Merulina ampliata* in southern Taiwan. *Bulletin of Marine Science* 62 (3): 897-904.
- Francini, C. L. B., Castro, C. B. & Pires, D. O. 2002. First record of a reef coral spawning event in the western South Atlantic. *Invertebrate Reproduction and Development* 42 (1): 17-19.
- Giese, A. C. 1978. Reproductive cycles of marine invertebrates. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* 47- Suplemento: 49-67.
- Glynn, P. W., Colley, S. B., Eakin, C. M., Smith, D. B., Cortés, J., Gassman, N. J., Guzmán, H. M., Del Rosario, J. B. & Feingold, J. S. 1994. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá and Galápagos Islands (Ecuador). II. Poritidae. *Marine Biology* 118: 191-208.
- Grant, A. & Tyler, P. A. 1983. The analysis of data in studies of invertebrate reproduction. I. Introduction and statistical analysis of gonad indices and maturity indices. *International Journal of Invertebrate Reproduction* 6: 259-169.
- Guzmán, H. M. & Holst, I. 1993. Effects of chronic oil-sediment pollution on the reproduction of the Caribbean reef coral *Siderastrea siderea*. *Marine pollution Bulletin* 26 (5): 276-282.
- Guzmán, H. M., Kathryn A. B. & Jackson, J. B. C. 1994. Injury, regeneration and growth of Caribbean reef corals after a major oil spill in Panama. *Marine Ecology Progress Series* 105: 231-241.
- Hall, V. R. & Hughes, T. P. 1996. Reproductive strategies of modular organisms: comparative studies of reef-building corals. *Ecology* 77 (3): 950-963.

- Harrison P. L. & Wallace, C. C. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. 133-207. *In*: Dubinsky, Z. (ed.). Ecosystems of the World 25: Coral Reefs. Elsevier, Amsterdam 550p.
- Harrison, P. L. 1993. Coral spawning on the Great Barrier Reef. *Search* 24 (2): 45-48.
- Hughes, T.P., Baird, A. H., Bellwood, D. R., Card, M., Connolly, S. R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J. B. C., Kleypas, J., Lough, J. M., Marshall, P., Nystrom, M., Palumbi, S. R., Pandolfi, J. M., Rosen, B. & Roughgarden, J. 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of corals reefs. *Science* 301: 929-933.
- Humason, G. L. 1979. Animal tissue techniques. W. H. Freeman & Company. San Francisco. 259p.
- Kapela, W. & Lasker, H. R. 1999. Size-dependent reproduction in the Caribbean gorgonian *Pseudoplexaura porosa*. *Marine Biology* 135: 107-114.
- Kojis, B. L. & Quinn, N. J. 1984. Seasonal and depth variation in fecundity of *Acropora palifera* at two reefs in Papua New Guinea. *Coral reefs* 3: 165-172.
- Kramarsky-Winter, E. & Loya, Y. 2000. Tissue regeneration in the coral *Fungia granulosa*: the effect of extrinsic and intrinsic factors. *Marine Biology* 137: 867-873.
- Laborel, J. 1970. Les peuplements de madréporaires des côtes tropicales du Brésil. *Annales de l'Université d'Abidjan (E)* 2 (3): 1- 260.
- Lasker, H. R., Kim, K. & Coffroth, M. A. 1998. Production, settlement, and survival of plexaurid gorgonian recruits. *Marine Ecology Progress Series* 162: 111-123.
- Leão, Z. M. A. N. 1994. Threats to coral reef environments. 177 – 181. *In*: Hetzel B. & Castro C. B. (eds.). Corals of southern Bahia. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 189p.
- Leão, Z. M. A. N. 1996. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 68 (3): 339- 452.

- Leão, Z. M. A. N. & Ginsburg, R. N. 1997. Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: the Abrolhos Coastal reefs, Bahia, Brazil. Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panamá 2: 1767-1772.
- Lins de Barros, M. M., Castro, C. B. & Pires, D. O. 2000. Use of oocyte nucleus size on studies of coral reproduction. Boletim do Museu Nacional N.S. Zool. 436: 1-8.
- Lins de Barros, M. M., Pires, D. O. & Castro, C. B. Sexual reproduction of the Brazilian reef coral *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 (Anthozoa, Scleractinia). Bulletin of Marine Science [No prelo].
- Loya, Y. & Rinkevich, B. 1980. Effects of oil pollution on coral reef communities. Marine Ecology Progress Series 3: 167-180.
- Michalek-Wagner, K. & Willis, B. L. 2001. Impacts of bleaching on the soft coral *Lobophytum compactum*. I. Fecundity, fertilization and offspring viability. Coral Reefs 19: 231-239.
- Moura, R. L. 2002. Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean. Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali. 2: 23-27.
- Neves, E. G. & Pires, D.O. 2002. Sexual reproduction of Brazilian coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1902). Coral Reefs 21: 161- 168.
- Pandolfi, J. M., Braddbury, R. H., Sala, S., Hughes, T., Bjorndal, K. A., Cooke, R. G., McArdle, D., McClenachan, L., Newman, M. J. H., Paredes, G., Warner, R. R. & Jackson, J. B. C. 2003. Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. Science 301: 955-958.
- Parker, N. R., Mladenov, P. V. & Grange, K. R. 1997. Reproductive biology of the antipatharian black coral *Antipathes fiordensis* in Doubtful Sound, Fiordland, New Zealand. Marine Biology 130: 11-22.

- Pires, D. O., Castro, C. B. & Ratto, C. C. 1999. Reef coral reproduction in the Abrolhos Reef Complex, Brazil: the endemic genus *Mussismilia*. *Marine Biology* 135 (3): 463-471.
- Pires, D. O., Castro, C. B. & Ratto, C. C. 2002. Sexual reproduction of the solitary coral *Scolymia wellsi* (Cnidaria: Scleractinia) from the Abrolhos Reefs, Brazil. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali*. 1: 381-384.
- Pires, D. O. & Caparelli, A. C. 2002. Biologia reprodutiva de *Porites astreoides* do Complexo Recifal dos Abrolhos, Brasil. *Boletim do Museu Nacional* 484, N. S. Zoologia: 1- 16.
- Pitombo, F. B. 1992. Aspectos morfológicos e microanatômicos das espécies brasileiras de Mussidae Ortmann, 1890 (Cnidária, Scleractinia). Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 104p.
- Pitombo, F. B., Ratto C. C. & Belém, M. J. C. 1988. Species diversity and zonation pattern of hermatypic corals at two fringing reefs of Abrolhos Archipelago, Brazil. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Townsville*. 2: 817 – 820.
- Riegl, B., Heine, C. & Branch, G. M. 1996. Function of funnel-shaped coral growth in a high-sedimentation environment. *Marine Ecology Progress Series* 145: 87-93.
- Ricklefs, R. E. 1993. A economia da natureza. W. H. Freeman & Company. Rio de Janeiro. 458p.
- Rogers, C. S. 1990. Response of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Marine Ecology Progress Series* 62: 185-202.

- Sakai, K. 1998a. Delayed maturation in the colonial coral *Goniastrea aspera* (Scleractinia): whole-colony mortality, colony growth and polyp egg production. *Research on Population Ecology* (3): 287-192.
- Sakai, K. 1998b. Effect of colony size, polyp size, and budding mode on egg production in a colonial coral. *Biological Bulletin* 195: 319 – 325.
- Santangelo, G., Carletti, E., Maggi, E. & Bramanti, L. 2003. Reproduction and population sexual struture of the overexploited Mediterranean red coral *Corallium rubrum*. *Marine Ecology Progress Series* 248: 99-108.
- Segal-Ramos, B. 2003. Corais e comunidades recifais e sua relação com a sedimentação no Banco dos Abrolhos, Brasil. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Zoologia. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 131p.
- Shlesinger, Y., Goulet, T. L. & Loya, Y. 1998. Reproductive patterns of scleractinian corals in the northern Red Sea. *Marine Biology* 132: 691-701.
- Siegel, S. 1975. Estatística não paramétrica. McGraw-Hill. São Paulo. 348p.
- Sier, C. J. S. & Olive, P. J. W. 1994. Reproduction and reproductive variability in the coral *Pocillopora verrucosa* from the Republic of Maldives. *Marine Biology* 188: 713-722.
- Smith, S. V. & Buddemeier, R. W. 1992. Global change and coral reef ecosystems. *Annual Review Ecology and Systematics* 23: 89-118.
- Smith, L. D. & Hughes, T. P. 1999. An experimental assessment of survival, re-attachment and fecundity of coral fragments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 235: 146-164.
- Stocker, L. J. & Underwood, A. J. 1991. The relationship between the presence of neighbours and rates of sexual and asexual reproduction in a colonial invertebrate. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 149: 191-205.

- Suchanek, T. H. & Green, D. J. 1981. Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix Reef's. Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila 2: 679-684.
- Szmant, A. M. 1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. Coral Reefs 5: 43-53.
- Underwood, A. J. 1997. Experiments in ecology: their logical design and interpretation using analysis of variance. Cambridge University Press, Cambridge. 504p.
- Van Moorsel, G. W. N. M. 1983. Reproductive strategies in two closely related stony corals (*Agaricia*, Scleractinia). Marine Ecology Progress Series 13: 273-283.
- Van Veghel, M. L. J. & Bak, R. P. M. 1994. Reproductive characteristics of the polymorphic Caribbean reef building coral *Montastrea annularis*. III. Reproduction in damaged and regenerating colonies. Marine Ecology Progress Series 109: 229-233.
- Van Veghel, M. L. J. & Kahmann, M. E. H. 1994. Reproductive characteristics of the polymorphic Caribbean reef building coral *Montastrea annularis*. II. Fecundity and colony structure. Marine Ecology Progress Series 109: 221-227.
- Ventura, C. R. R. & Pires, D. O. 2002. Ciclos de vida de invertebrados marinhos. 49-67. In: Pereira, R. C. & Soares-Gomes, A. (eds.) Biologia Marinha. Editora Interciência, Rio de Janeiro. 382p.
- Veron, J. E. N. 1995. Corals in space and time: biogeography and evolution of the Scleractinia. Cornell University Press, Townsville. 321p.
- Villinski, J. T. 2003. Depth-independent reproductive characteristics for the Caribbean reef-building coral *Montastrea faveolata*. Marine Biology 142: 1043-1053.
- Wallace, C. C. 1985. Reproduction, recruitment and fragmentation in nine sympatric species of the genus *Acropora*. Marine Biology 88: 217-233.

Waller, R. G., Tyler, P. A. & Gage, J. D. 2002. Reproductive ecology of the deep-sea scleractinian coral *Fungiacyathus marenzelleri* (Vaughan, 1906) in the northeast Atlantic Ocean. *Coral Reefs* 21: 325-331.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey. 663p.